Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2013

Report on methods and data (RMD) Submission 2015

Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2013

Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2015

Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Ulrich Dämmgen, Annette Freibauer, Sebastian Wulf, Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler, Carsten Schreiner, Beate Bauer, Bernhard Osterburg

Thünen Report 27

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliography; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.ti.bund.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.ti.bund.de

Zitationsvorschlag – *Suggested source citation:*
Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Freibauer A, Wulf S, Eurich-Menden B, Döhler H, Schreiner C, Bauer B, Osterburg B (2015) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2013 : Report on methods and data (RMD) Submission 2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 372 p, Thünen Rep 27

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.

THÜNEN

Thünen Report 27

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-report@ti.bund.de
www.ti.bund.de

ISSN 2196-2324
ISBN 978-3-86576-132-3
DOI:10.3220/REP_27_2015
urn:nbn:de:gbv:253-201504-dn055107-8

Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2013

Report on methods and data (RMD) Submission 2015

Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2013

Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2015

Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Ulrich Dämmgen, Annette Freibauer, Sebastian Wulf, Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler, Carsten Schreiner, Beate Bauer, Bernhard Osterburg

Thünen Report 27

Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Ulrich Dämmgen und Annette Freibauer
Thünen Institute of Climate-Smart Agriculture
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz (TI-AK)
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

Sebastian Wulf, Brigitte Eurich-Menden und Helmut Döhler
Association for Technology and Structures in Agriculture
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL)
Bartningstraße 49
64289 Darmstadt
Germany

Carsten Schreiner und Beate Bauer
Federal Statistical Agency
Statistisches Bundesamt (DESTATIS)
Graurheindorfer Str. 198
53117 Bonn
Germany

Bernhard Osterburg
Thünen Institute of Rural Studies
Thünen-Institut für Ländliche Räume (TI-LR)
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

Thünen Report 27

Braunschweig/Germany, April 2015

Vorwort

Herausforderungen der Emissionsberichterstattung für die Bundesrepublik Deutschland — Stand und Anforderungen an die Berechnung landwirtschaftlicher Emissionen

Michael Strogies

Umweltbundesamt, Fachgebiet I 2.6 "Emissionssituation", Nationale Koordinierungsstelle der Emissionsberichterstattung
Postfach 1406, 06813 DESSAU-ROSSLAU, Germany

Deutschland ist umfangreiche internationale Verpflichtungen zur Emissionsminderung für Treibhausgase und Luftschadstoffe eingegangen. Hierzu gehören insbesondere im Rahmen der Vereinten Nationen die Konventionen zur Vermeidung und Verminderung weitreichender grenzüberschreitender Luftverunreinigungen (UNECE CLRTAP[1] mit seinen acht Protokollen), die Klimarahmenkonvention (UNFCCC[2]) und das Kyoto-Protokoll, im europäischen Kontext die Richtlinien zur Einhaltung nationaler Emissionsobergrenzen (NEC[3]) sowie der europäische Beobachtungsmechanismus für Treibhausgasemissionen und die Umsetzung des Kyoto-Protokolls[4]. Zur Erfolgskontrolle dieser Verpflichtungen sind jährlich detaillierte Inventare nationaler Emissionen[5] zu berechnen und international zu berichten. Weitere Verpflichtungen bestehen zur Berichterstattung von anlagenbezogene Emissionsdaten, wie z. B. das europäische Schadstoffregister E-PRTR[6].

Die Ziele dieser Regelungen bestehen in der:

- Vermeidung bzw. Verminderung der Effekte der Klimaänderung
- Gewährleistung des Schutzes der Ozonschicht
- Vermeidung von Versauerung und Eutrophierung in Ökosystemen
- Bekämpfung der Entstehung von bodennahem Ozon
- Reduzierung der Feinstaubbelastungen
- Einhaltung von Luftqualitätsstandards
- Vermeidung gefährlicher (toxischer) Luftbelastungen
- Information der Öffentlichkeit über den Umweltzustand

Das im Februar 2005 in Kraft getretene Kyoto-Protokoll verbindet zusätzlich und erstmalig umweltstrategische Ziele und flexible ökonomische Instrumente (Emissionshandel sowie gemeinsame Projekte mit Entwicklungsländern bzw. entwickelten Industrienationen) als weiteren Weg, die Ziele der Verpflichtungen zu erreichen. Durch die damit erfolgte indirekte ökonomische und monetäre Bewertung der Emissionen sind weitere Anforderungen an die Genauigkeit der Emissionsermittlung gestellt. Diese bestehen in der Forderung nach Transparenz der Ermittlung und Berichterstattung, Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen anderer Länder, Konsistenz der berichteten Emissionszeitreihen, Vollständigkeit der Einbeziehung aller Quellen und Senken in das Inventar sowie die Bestimmung der Genauigkeit der Emissionen. Daraus abgeleitet sind

- die Dokumentation der Quellen aller verwendeten Daten, Modelle und Berechnungsverfahren,
- detaillierte Verfahrensbeschreibungen durch einen Nationalen Inventarbericht,
- die Angabe der Fehlerbandbreiten für die verwendeten Daten, Parameter und Methoden sowie für die berechneten Emissionsfrachten,
- die Sicherstellung eines Qualitätsmanagements über den gesamten Prozess der Datenerhebung, Berechnung und Berichterstattung der Emissionsinventare,

---

1 UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP) aus dem Jahre 1979 – Siehe auch: http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html

2 UN Framework Convention on Climate Change 1992 – daraus abgeleitet das Kyoto Protocol on the reduction of greenhouse gas emissions of CO2, CH4, N2O, HFC´s, PFC´s, SF6 und NF3 – Siehe auch: http://unfccc.int/2860.php

3 Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants, Official Journal of the European Communities L 309/22, 27.11.2001, befindet sich gegenwärtig in Überarbeitung

4 Regulation (EU) No 525/2013 of the European Parliament and of the Council of 21 May 2013 on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and for reporting other information at national and Union level relevant to climate change and repealing Decision No 280/2004/EC, Official Journal of the European Union. L 156/13, 18.6.2013

5 Aus Vereinfachungsgründen wird im Text nur von Emissionen gesprochen, gemeint sind jedoch immer die Berechnungen der Emissionen aus Quellen sowie die Einbindung solcher Gase in Senken.

6 PRTR: The European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR) – Siehe auch: http://prtr.ec.europa.eu/

- die Umsetzung der Ergebnisse der jährlichen Überprüfung der Emissionsinventare (Berechnungsgrundlagen, Datenflüsse, Methoden und Ergebnisse) durch internationale Experten und zentrale statistische Analysen, und
- die Archivierung aller Informationen für die Berichterstattung

zu sichern und Voraussetzung der Erfüllung der Berichtspflicht.

Das Kyoto-Protokoll fordert mit seinem Artikel 5.1 die Bildung eines nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung. Dieses sichert in einem Netzwerkverbund, dass die gesamte national verfügbare Expertise institutions- und ressortübergreifend in die Berechnung und Berichterstattung der Emissionen einbezogen wird.

Die Kooperation zwischen Umweltressort – hier wird der Gesamtprozess der Emissionsberichterstattung federführend durch das Umweltbundesamt koordiniert – und den anderen für verschiedene Quellgruppen zuständigen Bundesministerien - hier dem Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft einschließlich der nachgeordneten Institutionen - ist inzwischen anerkannt etabliert. Die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sind durch ein Grundsatzpapier[7] zwischen den Staatssekretären aller beteiligten Ressorts geregelt.

Für den Bereich der landwirtschaftlich verursachten Emissionen hatte sich bereits seit 2002 - im Vorgriff auf diese neuen internationalen Anforderungen - und im gemeinsamen Verständnis der Zuständigkeit für diese Aufgabe eine enge Kooperation entwickelt.

Der hier vorgelegte Bericht beinhaltet eine detaillierte Zusammenstellung aller Basisinformationen und Methoden, mit denen gegenwärtig die Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen in Deutschland erfolgt.

Die Zusammenarbeit zwischen dem Thünen Institut für Agrarklimaschutz (AK) und dem Umweltbundesamt (UBA) strukturiert sich dabei wie folgt:

- Im AK werden dezentrale detaillierte Datenbanken und Berechnungsmodelle betrieben, die – neben eigenen Zielstellungen der jeweiligen Institute und Einrichtungen – eine Quantifizierung der relevanten Emissionen aus der Landwirtschaft ermöglichen.
- Über vereinbarte Schnittstellen werden jährlich daraus abgeleitete aggregierte Ergebnisse und zugehörige Basisinformationen in die für die internationale Berichterstattung entwickelte zentrale Datenbank (ZSE = zentrales System Emissionen) im UBA übernommen.
- Parallel dazu werden die entsprechenden geforderten Dokumentationen zur Beschreibung der Emissionsermittlung erarbeitet und in den nationalen Inventarbericht (NIR und IIR) aufgenommen.
- Über das ZSE erfolgen die Datenzusammenstellungen in den jeweils geforderten Berichtsformaten (UNECE = NFR; UNFCCC = CRF).
- Nach abgeschlossener Ressortabstimmung erfolgt dann durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit die Übermittlung der Daten und Informationen an die Adressaten der Berichtsverpflichtung in Genf (UNECE), Bonn (UNFCCC) und Brüssel (EU). Diese bestehen jeweils aus detaillierten umfangreichen tabellarischen Datenzusammenstellungen und einer ausführlichen textlichen Beschreibung[8] der Ermittlung dieser Emissionen.
- Die sich in allen Fällen an die Berichterstattung anschließenden internationalen Überprüfungsprozesse der vorgelegten nationalen Emissionsinventare werden in enger Kooperation bearbeitet.

Der hier vorgelegte Bericht dokumentiert die landwirtschaftlichen Detailberechnungen für die Jahre 1990 bis 2013. Er ergänzt die jeweiligen nationalen Inventarberichte (NIR bzw. IIR) und wird als deren Anhang berichtet. Er ist damit wesentliche Grundlage für die jährliche internationale Begutachtung des deutschen landwirtschaftlichen Emissionsinventars.

In diesem Jahr sind die Berechnungen der landwirtschaftlichen Emissionen auf die methodischen Vorgaben der neuen IPCC Guidelines 2006 für die Berechnung von Treibhausgasen[9] sowie das neue EMEP – Guidebook 2013 für die Berechnung von Schadstoffemissionen[10] umgestellt worden. Diese Änderungen waren eine Herausforderung für alle an den Berechnungen Beteiligten und sind beim Vergleich der hier veröffentlichten Daten mit in Vorjahren publizierten Angaben zu berücksichtigen.

---

[7] Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 05.06.2007, veröffentlicht im Nationalen Inventarbericht 2014, dort im Kapitel 22.1.1: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate-change_24_2014_nationaler_inventarbericht.pdf

[8] Siehe hierzu auch: Nationaler Inventarbericht 2014; http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate-change_24_2014_nationaler_inventarbericht.pdf und German Informative Inventory Report (IIR) http://iir-de.wikidot.com/

[9] Intergovernmental Panell on Climate Change (IPPC), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/

[10] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013, Technical Report No 12/2013. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013

CONTENTS / INHALT

List of Figures / Abbildungsverzeichnis XIII

List of Tables / Tabellenverzeichnis XIV

Abbreviations and acronyms / Abkürzungen und Akronyme XIX

Abstract / Zusammenfassung XXIII

1 Introduction / Einführung 1

2 Emission results submission 2015 / Emissionsergebnisse Submission 2015 4

2.1 GHG emissions (CH_4, CO_2 and N_2O) / THG-Emissionen (CH_4, CO_2 und N_2O) 4

2.2 NH3 emissions / NH3-Emissionen 10

2.3 Comparison with submission 2014 / Vergleich mit Submission 2014 15

2.4 Data CD / Daten-CD 17

3 Inventory preparation / Die Inventarerstellung 19

3.1 Symbols, units and definitions / Symbole, Einheiten und Definitionen 19

3.1.1 Symbols and units / Symbole und Einheiten 19

3.1.2 Definitions / Definitionen 21

3.1.2.1 Emissions and emission factors / Emissionen und Emissionsfaktoren 21

3.1.2.2 Animal place and animal number / Tierplatz und Tierzahl 22

3.1.2.3 Lifespan and duration of production cycle / Lebensdauer und Durchgangsdauer 23

3.1.2.4 Start weight, final live weight and carcass weight / Anfangs-, Lebendend- und Schlachtgewicht 23

3.1.2.5 Weight gain and weight gain rate / Gewichtzuwachs und Zuwachsrate 24

3.1.2.6 Mean weight / Mittleres Tiergewicht 25

3.1.2.7 Metabolic weight / Metabolisches Gewicht 25

3.2 The inventory model GAS-EM / Das Inventar-Modell GAS-EM 26

3.2.1 Guidance documents / Handbücher 26

3.2.2 Structure of the GAS-EM model / Struktur des GAS-EM-Modells 26

3.2.3 Choice of methodologies / Methodenwahl 29

3.2.4 The GAS-EM EXCEL® calculation files / Die GAS-EM EXCEL®-Rechendateien 30

3.2.5 Resolution in time and space / Zeitliche und räumliche Auflösung 30

3.3 Basic methodologies / Grundlegende Methoden 31

3.3.1 Energy requirements and feed intake of animals / Tierischer Energiebedarf und Futteraufnahme 31

3.3.2 CH_4 emissions from enteric fermentation / CH_4-Emissionen aus der Verdauung 33

3.3.3 Excretions / Ausscheidungen 34

3.3.3.1 Excretions of VS / VS-Ausscheidungen 34

3.3.3.2 Excretions of N and TAN (or UAN) / Ausscheidungen von N und TAN (bzw. UAN) 35

3.3.4 Emissions from manure management / Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management 38

3.3.4.1 CH_4 emissions / CH_4-Emissionen 38

3.3.4.2 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdüngermanagement 39

3.3.4.3 N emissions / N-Emissionen 41

3.3.4.3.1 N mass flow concept / N-Massenfluss-Konzept 41

3.3.4.3.2 Bedding in solid-manure systems / Einstreu in Festmistsystemen 43

3.3.4.3.3 Air scrubbing (NH_3 and PM) / Abluftreinigung(NH_3 und Partikel) 44

3.3.4.3.4 Transformation processes in the storage / Transformationsprozesse im Lager 44

3.3.4.3.5 The emission calculation procedure / Berechnung der Emissionen 45

3.3.4.3.6 Indirect N2O from manure management / Indirektes N2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 51

3.3.4.4 Digestion of manure and management of the digestates / Vergärung von Wirtschaftsdünger einschließlich Gärreste-Management 52

3.3.4.4.1 CH_4 emissions / CH_4-Emissionen 53

3.3.4.4.2 Emissions of N2O, NO and N2 / Emissionen von N2O, NO und N2 57

3.3.4.4.3 NH_3 emissions / NH_3-Emissionen 59

3.3.4.5 Emissions of particulate matter from animal husbandry / Partikel-Emissionen aus der Tierhaltung 62

3.3.5 Digestion of energy plants and management of the digestates / Vergärung von Energiepflanzen einschließlich Gärreste-Management 63

3.3.6 N_2O-Emissions from agricultural soils / N_2O-Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden 63

3.3.7 Projections for 2020 / Projektionen für 2020 63

3.4 Input data / Eingangsdaten 65

3.4.1 Referencing formats for Official German Statistics / Zitierweise für deutsche Offizialstatistiken 65

3.4.2 Animal numbers / Tierzahlen 65

3.4.2.1 Official surveys / Offizielle Erhebungen 66

3.4.2.2 Data used in the inventory / Im Inventar verwendete Daten 67
3.4.2.3 Comparison with livestock-population figures of the FAO / Vergleich mit Tierzahlen der FAO 71
3.4.3 Frequency distributions (housing, storage, spreading) and grazing data / Häufigkeitsverteilungen (Stall, Lager, Ausbringung) und Weidedaten 72
3.4.3.1 The years until 1999 (RAUMIS) / Die Jahre bis 1999 (RAUMIS) 72
3.4.3.2 The years 2010 and 2011 (LZ2010 and manure management survey 2011) / Die Jahre 2010 und 2011 (LZ 2010 und Wirtschaftsdünger-Erhebung 2011) 73
3.4.3.2.1 Housing systems, cattle / Haltungsverfahren, Rinder 74
3.4.3.2.2 Housing systems pigs / Haltungsverfahren, Schweine 75
3.4.3.2.3 Grazing times, cattle / Weidezeiten, Rinder 76
3.4.3.2.4 Grazing times, sheep / Weidezeiten, Schafe 76
3.4.3.2.5 Slurry storage systems, cattle and pigs / Güllelagerverfahren, Rinder und Schweine 77
3.4.3.2.6 Spreading of liquid organic fertilizers / Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger 77
3.4.3.3 Gap closure for the years 2000 to 2009 / Datenlückenschließung für die Jahre 2000 bis 2009 78
3.4.4 Data on the digestion of animal manures and energy plants / Daten zur Vergärung von Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen 79
3.4.4.1 Data bases used / Ausgangsdaten 79
3.4.4.2 Digestion of animal manures / Vergärung von Wirtschaftsdünger 79
3.4.4.2.1 Shares of digested manure and frequencies of gas tight residue storage / Anteile vergorenen Wirtschaftsdüngers und Häufigkeiten gasdichter Gärrestelager 79
3.4.4.2.2 Data for CH_4 emission calculations / Daten für CH_4-Emissionsberechnung 80
3.4.4.2.3 Data for the calculation of N_2O, NO and N_2 / Daten für die Berechnung von N_2O, NO and N_2 83
3.4.4.2.4 Data for the calculation of NH_3 / Daten für die Berechnung von NH_3 84
3.4.4.3 Digestion of energy plants / Vergärung von Energiepflanzen 86
3.4.5 Other activity data in animal husbandry / Andere Aktivitätsdaten in der Tierhaltung 86
3.4.5.1 Use of protein in pig feeding / Proteineinsatz in der Schweinefütterung 86
3.4.5.2 Air scrubber systems in pig husbandry / Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung 87
3.4.6 Air temperature / Lufttemperatur 87
3.4.7 Data gaps and uncertainties / Datenlücken und Unsicherheiten 88
3.5 Quality management / Qualitätsmanagement 89
3.5.1 Qualitätsmanagement der Emissionsinventarerstellung am Thünen-Institut 89
3.5.1.1 Qualitätskontrolle am Thünen-Institut 90
3.5.1.2 Dokumentation und Archivierung 91
3.5.1.3 Qualitätssicherung durch die NaKo 91
3.5.1.4 Qualitätssicherung durch Externe 91
3.5.2 Changes with respect to the previous submission / Änderungen gegenüber der vorherigen Berichterstattung 92

4 Cattle and buffalo / Rinder und Büffel 99
4.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien 99
4.1.1 Cattle and buffalo 2013 / Rinder und Büffel 2013 99
4.1.2 Buffalo 1990 – 2012 / Büffel 1990 – 2012 101
4.2 Emission factors for all cattle and buffalo / Emissionsfaktoren für alle Rinder und Büffel 101
4.2.1 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 101
4.2.2 NH_3 emission factors for housing and grazing / NH_3-Emissionsfaktoren für Stall und Weide 102
4.2.3 NH_3 and N_2O emission factors for storage / NH_3- und N_2O-Emissionsfaktoren für die Lagerung 102
4.2.4 Emissions factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung 104
4.2.5 Uncertainties of the nitrogen emission factors / Unsicherheiten der Stickstoff-Emissionsfaktoren 106
4.3 Dairy cows / Milchkühe 107
4.3.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 107
4.3.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 107
4.3.1.2 Milk yield and composition / Milchleistung und Milchinhaltsstoffe 107
4.3.1.3 Animal weights / Tiergewichte 109
4.3.1.4 Animal weight gains / Tiergewichtszunahmen 110
4.3.1.5 Pregnancy / Trächtigkeit 110
4.3.1.6 Duration of calving interval, lactation period, and dry period / Dauer von Zwischenkalbezeit, Laktationsperiode und Trockenstehzeit 110
4.3.2 Energy requirements / Energiebedarf 111
4.3.2.1 The NEL system / Das NEL System 111
4.3.2.2 Overall annual NEL requirements /JährlicherGesamt-NEL-Bedarf 112
4.3.2.3 NEL requirement for maintenance / NEL-Bedarf für Erhaltung 112
4.3.2.4 NEL requirement to obtain feed / NEL-Bedarf für die Nahrungsaufnahme 112
4.3.2.5 NEL requirements for lactation / NEL-Bedarf für Laktation 112
4.3.2.6 NEL requirements for draft power / NEL-Bedarf für Zugleistungen 113

4.3.2.7 NEL requirements for pregnancy / NEL-Bedarf für die Trächtigkeit 113
4.3.2.8 NEL requirements for growth / NEL-Bedarf für Wachstum 114
4.3.2.9 Energy partitioning between lactation period and dry period / Energieaufteilung zwischen Laktationsperiode und Trockenstehzeit 114
4.3.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 115
4.3.3.1 Linking feed intake with energy requirements / Die Kombination von Futter-Aufnahme und Energiebedarf 116
4.3.3.2 Total dry matter intake / Gesamttrockenmasse-Aufnahme 116
4.3.3.3 Dry matter intake during lactation / Trockenmasse-Aufnahme während der Laktation 117
4.3.3.4 Dry matter intake during the dry period / Trockenmasse-Aufnahme während der Trockenstehzeit 119
4.3.3.5 Partioning of roughage intake between house and pasture /Aufteilung der Raufutteraufnahme zwischen Stall und Weide 119
4.3.3.6 Assessment of gross energy intake / Bestimmung der Gesamtenergie-Aufnahme 120
4.3.4 Feed composition / Futterzusammensetzung 120
4.3.4.1 Modelling concept 120
4.3.4.2 Feed properties / Futtereigenschaften 121
4.3.4.3 Composition of the mixed diet / Zusammensetzung der gemischten Ration 122
4.3.4.4 Composition of the grass based diet / Zusammensetzung der Ration auf Grassilage-Basis 123
4.3.4.5 Impact of grazing on mean roughage properties / Einfluss von Weidegang auf mittlere Raufutter-Eigenschaften 124
4.3.4.6 Calculation of digestibility and metabolizability / Berechnung von Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit 125
4.3.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 126
4.3.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 127
4.3.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 127
4.3.8 N balance and N emissions / N-Bilanz und N-Emissionen 128
4.3.8.1 N intake / N-Aufnahme 128
4.3.8.2 Overall nitrogen excretion / Gesamtausscheidung von Stickstoff 128
4.3.8.3 Renal and faecal nitrogen excretion and TAN content of excreta / Stickstoff-Ausscheidung mit Harn und Kot und TAN-Gehalte der Ausscheidungen 129
4.3.8.4 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 130
4.3.8.5 Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide 130
4.3.8.5.1 N excreted in the house, the milking area and during grazing / N-Ausscheidungen im Stall, im Melkbereich und auf der Weide 130
4.3.8.5.2 Housing types and duration of grazing / Stalltypen und Dauer des Weidegangs 131
4.3.8.5.3 Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“ 131
4.3.8.6 Emissions during storage / Emissionen aus dem Lager 132
4.3.8.7 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 132
4.3.8.8 Emissions during spreading / Emissionen bei der Ausbringung 132
4.3.8.9 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren 132
4.3.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 133
4.3.10 Intercomparison of IEF and emission explaining variables with those of neighbouring countries / Vergleich von IEF und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten 133
4.3.10.1 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 133
4.3.10.2 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 135
4.3.10.3 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 136
4.3.10.4 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 136
4.3.11 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 137
4.4 Calves / Kälber 138
4.4.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 138
4.4.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 138
4.4.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen 138
4.4.2 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 139
4.4.3 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 139
4.4.4 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 139
4.4.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 139
4.4.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 140
4.4.6.1 N excretion / N-Ausscheidung 140
4.4.6.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 140
4.4.6.3 Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide 140
4.4.6.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 140
4.4.6.5 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 140
4.4.6.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren 141
4.4.7 Emission of particulate matter / Partikelemissionen 141

4.4.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 141
4.5 Heifers / Färsen 142
4.5.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 142
4.5.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 142
4.5.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen 142
4.5.1.2.1 Animal weights / Tiergewichte 142
4.5.1.2.2 Life span and mean weight gain / Dauer des Lebensabschnitts und mittlere Gewichtszunahme 143
4.5.2 Energy requirements / Energiebedarf 144
4.5.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 145
4.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 148
4.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 148
4.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 148
4.5.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 148
4.5.7.1 N excretion / N-Ausscheidung 149
4.5.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 149
4.5.7.3 Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und Weide 149
4.5.7.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 149
4.5.7.5 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 149
4.5.7.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren 150
4.5.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 150
4.5.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 150
4.6 Male beef cattle / Männliche Mastrinder 152
4.6.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 152
4.6.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 152
4.6.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen 152
4.6.2 Energy requirements / Energiebedarf 155
4.6.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 156
4.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 157
4.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 157
4.6.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 157
4.6.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 158
4.6.7.1 N excretion / N-Ausscheidung 158
4.6.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 158
4.6.7.3 Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und von der Weide 158
4.6.7.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 158
4.6.7.5 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 159
4.6.7.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren 159
4.6.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 159
4.6.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 159
4.7 Suckler cows / Mutterkühe 161
4.7.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 161
4.7.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 161
4.7.1.2 Animal weight / Tiergewicht 162
4.7.2 Energy requirements and feed intake / Energiebedarf und Futteraufnahme 162
4.7.3 Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung 162
4.7.4 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 162
4.7.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 163
4.7.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 163
4.7.6.1 N excretion / N-Ausscheidung 163
4.7.6.2 N input with straw / N-Einträge mit Stroh 163
4.7.6.3 Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und von der Weide 164
4.7.6.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 164
4.7.6.5 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 164
4.7.6.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren 164
4.7.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 164
4.7.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 165
4.8 Mature males > 2 years / Männliche Rinder > 2 Jahre 166
4.8.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 166
4.8.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 166
4.8.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen 166

4.8.2 Energy requirements and feed intake / Energiebedarf und Futteraufnahme 166
4.8.3 Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung 167
4.8.4 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 167
4.8.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 167
4.8.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 167
4.8.6.1 N excretion and N input with straw / N-Ausscheidung und –Eintrag mit Stroh 168
4.8.6.2 Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und von der Weide 168
4.8.6.3 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 168
4.8.6.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 168
4.8.6.5 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 168
4.8.6.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren 169
4.8.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 169
4.8.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 169
4.9 Aggregated data for cattle exept dairy cows (other cattle) / Zusammenfassung: Rinder ohne Milchkühe (übrige Rinder) 171
4.9.1 Animal numbers / Tierzahlen 171
4.9.2 Aggregation of IEF and animal characteristics / Aggregierung von IEF und Tiercharakteristika 171
4.9.2.1 Animal place-related quantities / Tierplatzbezogene Größen 172
4.9.2.2 Relative quantities / Relative Größen 173
4.9.2.3 Pregnancy / Trächtigkeit 175
4.9.3 Intercomparison of IEF and emission explaining variables with those of neighbouring countries / Vergleich von IEF und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten 175
4.9.3.1 Mean IEF for methane from enteric fermentation and mean performance data / Mittlere IEF für Methan aus der Verdauung und mittlere Leistungsdaten 175
4.9.3.2 Mean IEF for methane from manure management and emission explaining variables / Mittlere IEF für Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management und emissionserklärende Variablen 176
4.9.3.3 Mean IEF for ammonia and emission explaining variables / Mittlere IEF für Ammoniak und emissionserklärende Variablen 177
4.9.3.4 Mean IEF for particulate matter / Mittlere IEF für Partikel 178
4.9.4 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 178

5 Pigs / Schweine 179
5.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien 179
5.2 Emission factors for all pigs / Emissionsfaktoren für alle Schweine 179
5.2.1 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdünger-Management 179
5.2.2 NH_3 emission factors for housing / NH_3 -Emissionsfaktoren für Ställe 180
5.2.3 NH_3 and N_2O emission factors for storage / NH_3- und N_2O -Emissionsfaktoren für die Lagerung 181
5.2.4 Emission factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung 182
5.2.5 Uncertainties of the nitrogen emission factors / Unsicherheiten der Stickstoff-Emissionsfaktoren 184
5.3 Sows and suckling-pigs / Sauen und Saugferkel 185
5.3.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 185
5.3.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 185
5.3.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen 185
5.3.2 Energy requirements / Energiebedarf 186
5.3.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 188
5.3.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 189
5.3.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement 189
5.3.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 190
5.3.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 190
5.3.7.1 N excretion / N-Ausscheidung 190
5.3.7.2 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh 191
5.3.7.3 Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall 191
5.3.7.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 191
5.3.7.5 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 191
5.3.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 191
5.3.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 192
5.4 Weaners / Aufzuchtferkel 193
5.4.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 193
5.4.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 193
5.4.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen 194
5.4.1.3 Duration of weaner lifespan / Dauer der Aufzuchtferkel-Lebensphase 195

5.4.2 Energy requirements / Energiebedarf 196
5.4.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 196
5.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 197
5.4.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 197
5.4.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 198
5.4.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 198
5.4.7.1 N excretion / N-Ausscheidung 198
5.4.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 198
5.4.7.3 Frequency distribution of housing systems / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen 198
5.4.7.4 Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall 199
5.4.7.5 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 199
5.4.7.6 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 199
5.4.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 199
5.4.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 199
5.5 Fattening pigs / Mastschweine 201
5.5.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 201
5.5.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 201
5.5.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen 201
5.5.1.3 Duration of fattening / Mastdauer 203
5.5.2 Energy requirements / Energiebedarf 203
5.5.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 206
5.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 208
5.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 209
5.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 209
5.5.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 209
5.5.7.1 N excretion / N-Ausscheidung 209
5.5.7.2 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh 210
5.5.7.3 Frequency distribution of housing systems / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen 210
5.5.7.4 Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall 210
5.5.7.5 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 210
5.5.7.6 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 210
5.5.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 211
5.5.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 211
5.6 Breeding boars / Zuchteber 212
5.6.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten 212
5.6.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 212
5.6.1.2 Animal weight / Tiergewicht 212
5.6.2 Energy requirements / Energiebedarf 212
5.6.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 213
5.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 213
5.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement 213
5.6.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 214
5.6.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 214
5.6.7.1 N excretion / N-Ausscheidung 214
5.6.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 214
5.6.7.3 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen 214
5.6.7.4 Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall 214
5.6.7.5 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung 214
5.6.7.6 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 215
5.6.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 215
5.6.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 215
5.7 Pigs – collective description / Schweine – zusammenfassende Daten 216
5.7.1 Animal numbers /Tierzahlen 216
5.7.2 Aggregation of IEF and animal characteristics / Aggregierung von IEF und Tiercharakteristika 216
5.7.3 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten 217
5.7.4 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 219

6 Small ruminants / Kleine Wiederkäuer 221

6.1 Small ruminants, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei kleinen Wiederkäuern 221
6.2 Sheep – all subcategories / Schafe insgesamt 221
6.2.1 Animal numbers and husbandry details / Tierzahlen und Haltungsdetails 221
6.2.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 221
6.2.1.2 Husbandry details / Haltungsdetails 222
6.2.2 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 222
6.3 Adult sheep / Erwachsene Schafe 224
6.3.1 Animal numbers and production details / Tierzahlen und Produktionsdetails 224
6.3.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 224
6.3.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 224
6.3.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 225
6.3.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 225
6.3.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 225
6.3.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 226
6.4 Lambs / Lämmer 227
6.4.1 Animal numbers and production details / Tierzahlen und Produktionsdetails 227
6.4.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 227
6.4.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 227
6.4.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 228
6.4.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 228
6.4.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 228
6.4.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 229
6.5 Sheep – collective description / Schafe - zusammenfassende Daten 230
6.5.1 Mean animal weight / Mittleres Tiergewicht 230
6.5.2 Mean excretion rates / Mittlere Ausscheidungen 230
6.5.3 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten 230
6.5.4 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 231
6.6 Goats / Ziegen 232
6.6.1 Animal number and animal performance / Tierzahlen und Leistungsdaten 232
6.6.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 232
6.6.1.2 Animal weights/ Tiergewicht 232
6.6.1.3 Management details / Haltungsdetails 232
6.6.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 233
6.6.3 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdünger-Management 233
6.6.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 233
6.6.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 233
6.6.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 234
6.6.7 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten 234
6.6.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 235

7 Horses, asses and mules / Pferde, Esel und Maultiere 237
7.1 Formation of subcategories / Untergliederung in Subkategorien 237
7.1.1 Animal numbers and husbandry details / Tierzahlen und Haltungsdetails 237
7.1.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 237
7.1.1.2 Management details / Haltungsdetails 237
7.1.2 Methane from manure management – characteristic values / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management - charakteristische Größen 237
7.1.3 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 238
7.1.4 IEF uncertainties for NH_3, N_2O, NO, and N_2 from manure management / IEF-Unsicherheiten für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management 239
7.2 Heavy horses / Großpferde 240
7.2.1 Animal weight and energy intake / Tiergewicht und Energieaufnahme 240
7.2.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 240
7.2.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 240
7.2.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 241
7.2.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 241
7.2.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 241

7.2.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 241
7.3 Light horses, ponies, asses and mules / Kleinpferde, Ponys, Esel und Maultiere 243
7.3.1 Animal weight and energy intake / Tiergewicht und Energieaufnahme 243
7.3.2 Methane from enteric fermentation / Methane aus der Verdauung 243
7.3.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 244
7.3.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 244
7.3.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 244
7.3.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 244
7.3.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 245
7.4 Equidae – collective description / Equiden - zusammenfassende Daten 246
7.4.1.1 Animal weight and energy intake / Tiergewicht und Energieaufnahme 246
7.4.1.2 Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen 246
7.4.1.3 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten 246
7.4.2 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 247

8 Poultry / Geflügel 248
8.1 Formation of subcategories / Untergliederung in Subkategorien 248
8.2 Emission factors used for all poultry subcategories / Für alle Geflügel-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren 249
8.2.1 N_2O, NO and N_2 from housing and storage / N_2O, NO und N_2 aus Stall und Lager 249
8.2.2 NH_3 emission factors / NH_3-Emissionsfaktoren 250
8.3 Laying hens / Legehennen 251
8.3.1 Animal numbers / Tierzahlen 251
8.3.2 Data on laying hen husbandry and egg production / Haltungs- und Legeleistungsdaten 252
8.3.3 Energy requirements / Energiebedarf 253
8.3.3.1 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie 253
8.3.3.2 Metabolisable energy required for maintenance / Erhaltungsenergie 253
8.3.3.3 Metabolisable energy needed to obtain food / Energiebedarf für Nahrungsaufnahme 254
8.3.3.4 Metabolisable energy needed for egg production / Energiebedarf für Eiproduktion 254
8.3.3.5 Metabolisable energy for growth / Energiebedarf für Wachstum 255
8.3.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 255
8.3.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 256
8.3.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 256
8.3.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 256
8.3.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 256
8.3.8.1 N excretion / N-Ausscheidung 256
8.3.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter 257
8.3.8.1.2 N excretion with eggs / N-Ausscheidung mit Eiern 257
8.3.8.1.3 N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper 257
8.3.8.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 258
8.3.8.3 Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren 258
8.3.8.4 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 260
8.3.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 260
8.3.10 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 260
8.4 Broilers / Masthähnchen und –hühnchen 262
8.4.1 Animal numbers / Tierzahlen 262
8.4.2 Meat production / Fleischproduktion 262
8.4.2.1 Mean duration of fattening / Mittlere Mastdauer 262
8.4.2.2 Animal weights / Tiergewichte 263
8.4.2.2.1 Live weight / Lebendgewicht 263
8.4.2.2.2 Broiler meat production and carcass weight / Hähnchenfleischproduktion und Ausschlachtungsgrad 263
8.4.3 Feed intake and feed properties / Futteraufnahme und Futtereigenschaften 264
8.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 265
8.4.5 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 265
8.4.5.1 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 265
8.4.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 266
8.4.6.1 N excretion / N-Ausscheidung 266
8.4.6.2 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter 266
8.4.6.3 N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper 267

8.4.6.4 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 267
8.4.6.5 Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren 267
8.4.6.6 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 268
8.4.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 268
8.4.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 269
8.5 Pullets / Junghennen 270
8.5.1 Animal numbers / Tierzahlen 270
8.5.2 Animal weights and husbandry details / Tiergewichte und Haltungsdetails 270
8.5.3 Energy requirements /Energiebedarf 271
8.5.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 271
8.5.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 273
8.5.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 273
8.5.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 273
8.5.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 273
8.5.8.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen 273
8.5.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter 274
8.5.8.1.2 N retention / N-Retention 274
8.5.8.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 274
8.5.8.3 Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren 274
8.5.8.4 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 275
8.5.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 275
8.5.10 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 276
8.6 Geese / Gänse 277
8.6.1 Animal numbers / Tierzahlen 277
8.6.2 Animal weights / Tiergewichte 277
8.6.3 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 277
8.6.4 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 277
8.6.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 278
8.6.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 278
8.6.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 279
8.6.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 279
8.7 Ducks / Enten 280
8.7.1 Animal numbers / Tierzahlen 280
8.7.2 Animal weights and duration of fattening period / Tiergewichte und Mastdauer 280
8.7.3 Energy requirements /Energiebedarf 280
8.7.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme 281
8.7.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 282
8.7.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 282
8.7.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 282
8.7.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 282
8.7.8.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen 283
8.7.8.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 283
8.7.8.3 Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren 283
8.7.8.4 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 284
8.7.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 285
8.7.10 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 285
8.8 Turkeys / Puten 286
8.8.1 Animal numbers / Tierzahlen 286
8.8.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung 286
8.8.2.1 Animal weights and fattening period durations / Tiergewichte und Mastdauern 287
8.8.2.2 Energy requirements / Energiebedarf 288
8.8.2.3 Feed intake and feed properties / Futteraufnahme und Futtereigenschaften 288
8.8.3 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 290
8.8.4 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management 290
8.8.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen 290
8.8.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies 290
8.8.6.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen 290
8.8.6.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh 291
8.8.6.3 Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren 291
8.8.6.4 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 292

8.8.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 292
8.8.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 293
8.9 Poultry – collective description / Geflügel - zusammenfassende Daten 294
8.9.1 Aggregated data for poultry / Zusammenfassende Daten für Geflügel 294
8.9.1.1 Animal numbers / Tierzahlen 294
8.9.1.2 Animal weights / Tiergewichte 294
8.9.1.3 Calculation of mean VS and N excretions / Berechnung mittlerer VS- und N-Ausscheidungen 295
8.9.1.4 Implied emission factors (IEF) / Aggregierte Emissionsfaktoren (IEF) 295
8.9.2 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten 296
8.9.2.1 Mean IEF for gases and emission explaining variables / Mittlere IEF für Gase und emissionserklärende Variablen 296
8.9.2.2 Mean IEF for particulate matter / Mittlere IEF für Partikel 297
8.9.3 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 297

9 Deer, rabbits, ostrich and fur-bearing animals / Gehegewild, Kaninchen, Strauße und Pelztiere 299
9.1 Overview / Überblick 299
9.2 Animal numbers / Tierplatzzahlen 299
9.3 CH_4 from enteric fermentation / CH_4 aus der Verdauung 300
9.4 CH_4 from manure management and free range / CH_4 aus Wirtschaftsdünger-Management und Freiland 300
9.5 N emissions from housing and storage / N-Emissionen aus Stall und Lager 301
9.5.1 Excretions of total N and TAN / Ausscheidungen von Gesamt-N und TAN 301
9.5.2 NH_3 from housing and storage / NH_3 aus Stall und Lager 302
9.5.3 Direct N_2O from housing and storage / Direktes N_2O aus Stall und Lager 303
9.5.4 NO and N_2 from housing and storage / NO und N_2 aus Stall und Lager 303
9.5.5 Indirect N_2O from housing and storage / Indirektes N_2O aus Stall und Lager 304
9.6 NH_3 from spreading and free range / NH_3 aus Ausbringung und Freilandaufenthalt 304
9.7 N_2O from agricultural soils / N_2O aus landwirtschaftlichen Böden 304
9.7.1 Direct N_2O / Direktes N_2O 304
9.7.2 Indirect N_2O / Indirektes N_2O 305

10 Digestion of energy plants / Vergärung von Energiepflanzen 307
10.1 Activity data and parameters / Aktivitätsdaten und Parameter 307
10.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 309
10.2.1 Emission factors / Emissionsfaktoren 309
10.2.2 Uncertainties of the emission factors / Unsicherheiten der Emissionsfaktoren 311
10.3 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 311

11 Direct emissions from managed agricultural soils and cultures / Direkte Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und Kulturen 313
11.1 Application of mineral fertilizers / Mineraldüngeranwendung 315
11.1.1 Activity data: Amounts of fertilizers / Aktivitätsdaten: Düngermengen 315
11.1.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 315
11.1.2.1 Emissions of NH_3/ NH_3- Emissionen 315
11.1.2.2 Emissions of N_2O / N_2O-Emissionen 316
11.1.2.3 Emissions of NO / NO-Emissionen 316
11.1.2.4 Emissions of N_2 / N_2-Emissionen 317
11.2 Application of animal manures / Wirtschaftsdüngeranwendung 318
11.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten 318
11.2.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 318
11.3 Application of digestates from energy plants / Ausbringung der Gärreste aus der Energiepflanzen-Vergärung 319
11.3.1 Activity data / Aktivitätsdaten 319
11.3.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 319
11.4 Application of sewage sludge / Ausbringung von Klärschlämmen 320
11.4.1 Activity data / Aktivitätsdaten 320
11.4.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 322
11.5 Grazing / Weidegang 323
11.5.1 Activity data / Aktivitätsdaten 323
11.5.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 323
11.6 Management of drained organic soils / Bewirtschaftung drainierter organischer Böden 325
11.6.1 Activity data / Aktivitätsdaten 325
11.6.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 325

11.7 Crop residues / Ernterückstände 327
11.7.1 Activity data / Aktivitätsdaten 327
11.7.1.1 Area under cultivation / Anbauflächen 327
11.7.1.2 Yields / Erträge 327
11.7.1.3 Constants for agricultural crops and grassland / Konstanten für Grünland und Ackerland 327
11.7.1.3.1 Nitrogen content of the above-ground crop residues ($x_{N, above, i}$) / Stickstoff-Gehalte der oberirdischen Ernterückstände ($x_{N, above, i}$) 328
11.7.1.3.2 Nitrogen content of below ground crop residues ($x_{N, below, i}$) / Stickstoff-Gehalte der unterirdischen Ernterückstände ($x_{N, below, i}$) 328
11.7.1.3.3 Dry matter content of yield and above ground residues ($x_{Y, DM, i}$ / $x_{AGR, DM, i}$)/ Trockenmassegehalte von Erntegut und oberirdischen Ernterückständen ($x_{Y, DM, i}$ / $x_{AGR, DM, i}$): 328
11.7.1.3.4 Ratio of above ground crop residues to yield ($a_{above, i}$) / Verhältnis der oberirdischen Ernterückstände zur Ernte ($a_{above, i}$) 328
11.7.1.3.5 Ratio of below ground crop residues to above ground biomass ($a_{below, Bio, i}$) / Verhältnis der unterirdischen Ernterückstände zur oberirdischen Biomasse ($a_{below, Bio, i}$) 329
11.7.1.3.6 Duration of cropped system ($x_{renew, i}$) and frequency of harvesting ($x_{mow, i}$) / Dauer der Kultur ($x_{renew, i}$) und Erntefrequenz der Kultur ($x_{mow, i}$) 329
11.7.1.4 Constants needed for horticultural crops / Für Gemüse benötigte Konstanten 329
11.7.1.4.1 Ratio of crop residues to yield (ai) / Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte (ai) 330
11.7.1.4.2 Nitrogen content of crop residues ($x_{N, i}$) and harvested crop products($x_{N, yield, i}$) / Stickstoff-Gehalte der Ernterückstände ($x_{N, i}$) und der geernteten Produkte ($x_{N, yield, i}$): 330
11.7.1.4.3 Factor for not harvested horticultural crops (δ_{HC}) / Faktor für nicht geerntetes Gemüse (δ_{HC}) 330
11.7.1.5 Overview of data used to estimate the activity data / Übersicht über die zur Aktivitätsdatenberechnung verwendeten Daten 330
11.7.1.6 Uncertainty of activity data / Unsicherheit der Aktivitätsdaten 331
11.7.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 331
11.7.2.1 The method applied / Angewandte Methode 331
11.8 CO_2 from liming / CO_2 aus Kalkung 333
11.8.1 Activity data / Aktivitätsdaten 333
11.8.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 333
11.9 CO_2 from application of urea / CO_2 aus Harnstoffanwendung 335
11.9.1 Activity data / Aktivitätsdaten 335
11.9.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 335
11.10 NMVOC from cultivated crops / NMVOC aus landwirtschaftlichen Kulturen 337
11.10.1 Activity data / Aktivitätsdaten 337
11.10.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 337
11.11 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen 339
11.11.1 Activity data / Aktivitätsdaten 339
11.11.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 339
11.12 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 340

12 Indirect N_2O emissions from agricultural soils / Indirekte N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen 341
12.1 Deposition of reactive nitrogen / Deposition von reaktivem Stickstoff 341
12.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten 341
12.1.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 342
12.2 Leaching and run off of nitrogen / Ausgewaschener und abgeflossener Stickstoff 343
12.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten 343
12.2.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung 344
12.3 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 344

13 Fractions / Verhältniszahlen 345
13.1 $Frac_{GASM}$ 345
13.2 $Frac_{GASF}$ 345
13.3 $Frac_{LEACH}$ 345
13.4 Intercomparison of *Frac* entities with those of neighbouring countries / Vergleich von *Frac*-Größen mit denen benachbarter Staaten 345
13.5 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen 346

14 Overall emission inventory uncertainty / Emissionsinventar-Gesamtunsicherheit 347
14.1 Overview / Überblick 347
14.2 Gaussian error propagation and 95 % confidence interval / Gaußsche Fehlerfortpflanzung und 95 %-Konfidenzintervall 348

14.3 IEF uncertainty for methane / IEF-Unsicherheit für Methan 350
14.3.1 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung 350
14.3.2 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management 350
14.4 IEF uncertainties for N_2O, NO and N_2 / IEF-Unsicherheiten für N_2O, NO und N_2 350
14.4.1 IEF uncertainty for N_2O from manure management / IEF-Unsicherheit für N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management 350
14.4.2 IEF uncertainty for NO and N_2 from manure management / IEF-Unsicherheit für NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management 351
14.4.3 IEF uncertainty for N_2O from agricultural soils / IEF-Unsicherheit für N_2O aus landwirtschaftlichen Böden 352
14.5 IEF uncertainty for NH_3 from housing and animal waste management / IEF-Unsicherheit für NH_3 aus Stall und Wirtschaftsdüngermanagement 353
14.6 Total uncertainty of the German agricultural GHG inventory / Gesamtunsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen THG-Inventars 356
14.6.1 Calculation methododology / Berechnungsmethodik 356
14.6.2 Special features of the uncertainties of activity data / Besonderheiten von Unsicherheiten der Aktivitätsdaten 356
14.6.3 Special features of the uncertainties of emission factors / Besonderheiten der Unsicherheiten von Emissionsfaktoren 356
14.6.4 Uncertainty table / Unsicherheitstabelle 356
14.7 Uncertainty of the German agricultural ammonia inventory / Unsicherheit des Ammoniak-Inventars für die deutsche Landwirtschaft 360

15 References / Literatur 362

List of Figures / Abbildungsverzeichnis

Figure 2.1: Annual THG emissions from German agriculture and projections for 2020 (Submission 2015) (GWP: CH_4 25, N_2O 298) 5
Figure 2.2: Development of CH_4 und N_2O emissions from animal husbandry in % of 1990, Submission 2015 (enteric fermentation and manure management) 7
Figure 2.3: Development of animal numbers in % of 1990, Submission 2015 7
Figure 2.4: Total performance-related GHG emissions from enteric fermentation and manure management (housing, storage) for dairy cows (per kg of milk) and fattening pigs (per kg of total growth), Submission 2015 (GWP_{CH4} = 25, GWP_{N2O} = 298) 9
Figure 2.5: N_2O emissions from agricultural soils (in Gg a^{-1} N_2O), Submission 2015 10
Figure 2.6: Total of annual N_2O emissions (direct and indirect) from agricultural soils vs annual amounts of mineral fertilizer N for the years 1990 to 2013 (Submission 2015) 10
Figure 2.7: Annual NH_3 emissions from German agriculture and projections for 2020 (Submission 2015) 11
Figure 2.8: Development of dairy cattle numbers, milk yields and NH_3 from dairy cattle husbandry (including grazing), Submission 2015 11
Figure 2.9: Dairy cows and fattening pigs (Submission 2015): Percentages of NH_3 emissions originating from housing, storage, manure application and grazing in 2013 (no free range husbandry for pigs) 12
Figure 2.10: Broilers (Submission 2015): Percentages of NH_3 emissions originating from housing, storage, manure application and grazing in 2013 12
Figure 2.11: Dairy cows and fattening pigs: Performance-related total NH_3 emissions from animal husbandry (inluding grazing for dairy cows) (for dairy cows per kg milk, for fattening pigs per g of daily growth), Submission 2015 14
Figure 2.12: Application of mineral fertilizer N (amounts sold), amounts of N in urea and ANS applied, and the NH_3 emissions from the total application of mineral fertilizers (Submission 2015) 14
Figure 2.13: Differences of THG emissions between Submission 2015 and Submission 2014 15
Figure 2.14: Differences of NH_3 emissions between Submission 2015 and Submission 2014 16
Figure 3.1: Mass flow in agriculture 27
Figure 3.2: Concept and thematic contents of the GAS-EM model 28
Figure 3.3: Energies considered in animal metabolism 32
Figure 3.4: N flows in an animal subcategory (mammals) 42
Figure 3.5: N flows in an animal subcategory (birds) 43
Figure 3.6: Processes and quality control/assurance of the emission inventory preparation at Thünen Institute 90
Figure 4.1: Cattle, scheme of animal weight development 100
Figure 4.2: Standard mixed feeds, share of rapeseed expeller in concentrates (related to DM) as function of milk yield 123
Figure 4.3: Standard grass based feeds, share of wheat in concentrates (related to DM) as function of milk yield 124
Figure 4.4: Male beef cattle, comparison of weight gain data (ADR and HIT data sets on the national level) 154
Figure 5.1: Weaners, weight gain as a function of live weight. Variable data: LFL (2004b); solid line: linear approximation. 195
Figure 8.1: Laying hens, relation between weight at the beginning of egg production period and final live weight 252
Figure 8.2: Laying hens, relation between mean egg weight and final live weight 253
Figure 8.3: Turkeys, typical animal weight and weight gain developments 287
Figure 11.1: Above and below ground parts of crops, tuber crops and grasses 328

List of Tables / Tabellenverzeichnis

Table 2.1: GHG emissions from German agriculture for 1990 - 2013 in Tg CO_{2eq} (Submission 2015) (GWP_{CH4} = 25, GWP_{N2O} = 298) 5

Table 2.2: Total national reduction of CH_4 emissions from manure management due to anaerobic digestion of slurry (also in percent of the total CH_4 emissions from manure management to be obtained without anaerobic digestion), Submission 2015 8

Table 2.3: Total national reduction of direct N_2O emissions from manure management due to anaerobic digestion of slurry (also in percent of total direct N_2O emissions from manure management to be obtained without anaerobic digestion; negative data: increased emissions) , Submission 2015 8

Table 2.4: Modification of total NH_3 emissions from manure management due to anaerobic digestion of manure (also in percent of the total NH_3 emissions from manure management to be obtained without anaerobic digestion, negative values: increase of emissions), Submission 2015 13

Table 2.5: Total differences of NH_3 emissions (Submission 2015 - Submission 2014) 16

Table 3.1: List of symbols frequently used for quantities 19

Table 3.2: List of subscripts used to identify source categories and subcategories 20

Table 3.3: Abbreviations used for the German Federal States 20

Table 3.4: Emission factors $EF_{NMVOC, MM}$ used for NMVOC emissions from manure management 40

Table 3.5: Straw properties in animal husbandry 44

Table 3.6: Digestion of manure, N2O emissions 57

Table 3.7: Digestion of manure, NH_3 emissions 60

Table 3.8: Activity data used for the projections for 2020 64

Table 3.9: Reference dates of the surveys and methods of data gap filling used in the inventory 70

Table 3.10: Number of animal places in the German emission inventory (in 1000) 70

Table 3.11: Digestion of manures, percentages of animal manures to be digested 80

Table 3.12: Digestion of manures, percentages of gas tight storage of digestates from animal manures 80

Table 3.13: Digestion of manure, comparison of mean N_2O-N emission factors for the four different manure management categories in the German inventory (related to N excretions without straw N) 84

Table 3.14: Digestion of manure, NH_3-N emission factors for pre-storage 85

Table 4.1: Cattle, categorisation and characterization 100

Table 4.2: Cattle, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) 102

Table 4.3: Cattle, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN) 102

Table 4.4: Cattle, partial emission factors for NH_3-N from storage (related to TAN) 103

Table 4.5: Cattle, partial emission factors for direct N_2O-N from housing and storage (applied to N_{excr} + N_{straw}) 104

Table 4.6: Cattle, NH_3-N emission factors for application of slurry and digested manure (related to TAN) 105

Table 4.7: Cattle, NH_3-N emission factors for application of leachate ("Jauche") (related to TAN) 105

Table 4.8: Cattle, NH_3-N emission factors for application of solid manure (FYM) (related to TAN) 106

Table 4.9: Dairy cows, calculation methods applied 107

Table 4.10: Dairy cows, milk yield (in kg an^{-1} a^{-1}) (statistical data) 108

Table 4.11: Dairy cows, fat content of milk (in % of mass) (statistical data) 108

Table 4.12: Dairy cows, protein content of milk (in % of mass) (statistical data) 109

Table 4.13: Dairy cows, carcass weights (in kg an^{-1}) 109

Table 4.14: Dairy cows, slaughter ages, ages at first calving and resulting life spans (in a) 110

Table 4.15: Dairy cows, NEL intake during the dry period for a cow of 650 kg 115

Table 4.16: Dairy cows, national distribution (fractions) of "mixed diet" (M) and "gras based diet" (G) 120

Table 4.17: Dairy cows, diet constituent properties used in the inventory 122

Table 4.18: Dairy cows, additional diet data as needed for the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation 122

Table 4.19: Dairy cows, N inputs with straw in solid-manure systems 130

Table 4.20: Dairy cows, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN) 131

Table 4.21: Dairy cows, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 133

Table 4.22: Dairy cows, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 IEF regarding enteric fermentation (ent) 134

Table 4.23: Dairy cows, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 implied emission factor regarding manure management (MM) 135
Table 4.24: Dairy cows, 2012, intercomparison of emission explaining variables and NH_3 implied emission factor 136
Table 4.25: Dairy cows, 2012, intercomparison of PM implied emission factors 137
Table 4.26: Dairy cows, related tables provided with the data CD 137
Table 4.27: Calves, calculation methods applied 138
Table 4.28: Calves, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 141
Table 4.29: Calves, related tables provided with the data CD 141
Table 4.30: Heifers, calculation methods applied 142
Table 4.31: Heifers, carcass weights (in kg an^{-1}) 143
Table 4.32: Heifers, ME requirements as function of animal weights and weight gain (in MJ an^{-1} d^{-1}) 144
Table 4.33: Heifers, diet constituent properties used in the inventory 147
Table 4.34: Heifers, N inputs with straw in solid-manure systems 149
Table 4.35: Heifers, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 150
Table 4.36: Heifers, related tables provided with the data CD 151
Table 4.37: Male beef cattle, calculation methods applied 152
Table 4.38: Male beef cattle, carcass weight (in kg an^{-1}) 153
Table 4.39: Male beef cattle, mean weight gains $\Delta w_{bm, HIT}$ derived from HIT data (in g an^{-1} d^{-1}) 154
Table 4.40: Male beef cattle, mean weight gains $\Delta w_{bm, ADR}$ (g an^{-1} d^{-1}) 154
Table 4.41: Male beef cattle, correction factor f_j 155
Table 4.42: Male beef cattle, diet characteristics used in the inventory 156
Table 4.43: Male beef cattle, N inputs with straw in solid-manure systems 158
Table 4.44: Male beef cattle, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing (first estimates) 159
Table 4.45: Male beef cattle, related tables provided with the data CD 160
Table 4.46: Suckler cows, calculation methods applied 161
Table 4.47: Suckler cows, N inputs with straw in solid-manure systems 163
Table 4.48: Suckler cows, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 165
Table 4.49: Suckler cows, related tables provided with the data CD 165
Table 4.50: Mature males > 2 years, calculation methods applied 166
Table 4.51: Mature males > 2 years, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing (first estimates) 169
Table 4.52: Mature males > 2 years, related tables provided with the data CD 170
Table 4.53: Other cattle, calculation methods applied 171
Table 4.54: Other cattle, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 IEF regarding enteric fermentation (ent) 176
Table 4.55: Other cattle, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 IEF regarding manure management (MM) 177
Table 4.56: Other cattle, 2012, intercomparison of N excretion rates $m_{excr.\ oc}$ and NH_3 implied emission factors 177
Table 4.57: Other cattle, 2012, intercomparison of PM implied emission factors 178
Table 4.58: Other cattle, related tables provided with the data CD 178
Table 5.1: Pigs, categorisation and characterisation 179
Table 5.2: Pigs, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) 180
Table 5.3: pigs, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN) 180
Table 5.4: Pigs, partial emission factors for NH_3-N losses from storage (related to TAN) 181
Table 5.5: Pigs, partial emission factors for N_2O-N from housing and storage (applied to N_{excr} + N_{straw}) 182
Table 5.6: Pigs, NH_3-N emission factors for application of slurry (related to TAN) 183
Table 5.7: Pigs, NH_3-N emission factors for application of leachate ("Jauche") (related to TAN) 183
Table 5.8: Pigs, NH_3-N emission factors for application of solid manure (FYM) (related to TAN) 184
Table 5.9: Sows, calculation methods applied 185
Table 5.10: Sows, requirements of metabolisable energy as used in the inventory 186
Table 5.11: Sows, number of piglets raised per year, $n_{piglets, year}$ (primary statistical information) 187
Table 5.12: Sows, diets used in the inventory, and their properties 188
Table 5.13: Sows, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 192
Table 5.14: Sows, related tables provided with the data CD 192
Table 5.15: Weaners, calculation methods applied 193
Table 5.16: Weaners, diets used in the inventory, and their properties 197

Table 5.17: Weaners, N inputs with straw in solid-manure systems 198
Table 5.18: Weaners, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 199
Table 5.19: Weaners, related tables provided with the data CD 200
Table 5.20: Fattening pigs, calculation methods applied 201
Table 5.21: Fattening pigs, weight at beginning of the fattening period (in kg an^{-1}) 202
Table 5.22: Fattening pigs, final weight after fattening (live weight, in kg an^{-1}) 202
Table 5.23: Fattening pigs, weight gain during fattening (in g an^{-1} d^{-1}) 202
Table 5.24: Fattening pigs, diets used, related energies, and raw protein contents 207
Table 5.25: Fattening pigs, N inputs with straw in solid-manure systems 210
Table 5.26: Fattening pigs, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 211
Table 5.27: Fattening pigs, related tables provided with the data CD 211
Table 5.28: Boars, calculation methods applied 212
Table 5.29: Boars, related tables provided with the data CD 215
Table 5.30: Pigs, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM) 218
Table 5.31: Pigs, 2012, intercomparison of PM implied emission factors 219
Table 5.32: Pigs, related tables provided with the data CD 220
Table 6.1: Adult sheep, calculation methods applied 224
Table 6.2: Adult sheep, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) for German temperature conditions 225
Table 6.3: Adult sheep, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 225
Table 6.4: Adult sheep, related tables provided with the data CD 226
Table 6.5: Lambs, calculation methods applied 227
Table 6.6: Lambs, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) for German temperature conditions 228
Table 6.7: Lambs, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 229
Table 6.8: Lambs, related tables provided with the data CD 229
Table 6.9: Sheep, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM) 231
Table 6.10: Sheep, collective description, related tables provided with the data CD 231
Table 6.11: Goats, calculation methods applied 232
Table 6.12: Goats, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) for German temperature conditions 233
Table 6.13: Goats, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 234
Table 6.14: Goats, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM) 235
Table 6.15: Goats, related tables provided with the data CD 236
Table 7.1: Horses, Maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) 238
Table 7.2: Heavy horses, calculation methods applied 240
Table 7.3: Heavy horses, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 241
Table 7.4: Heavy horses, related tables provided with the data CD 242
Table 7.5: Light horses and ponies, calculation methods applied 243
Table 7.6: Light horses and ponies, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing 244
Table 7.7: Light horses and ponies, related tables provided with the data CD 245
Table 7.8: Horses, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM) 247
Table 7.9: Horses, related tables provided with the data CD 247
Table 8.1: Poultry, categorisation and characterisation 248
Table 8.2: Poultry, partial emission factors for N_2O-N, NO-N, and N_2-N from housing and storage (applied to N_{excr} + N_{straw}) 249
Table 8.3: Poultry, emission factors for NH_3 from application of poultry manure (related to UAN) 250
Table 8.4: Laying hens, calculation methods applied 251
Table 8.5: Laying hens, performance data 252
Table 8.6: Laying hens, diets used in laying hen feeding, related energies and crude protein content 255
Table 8.7: Laying hens, partial emission factors for NH_3 losses from housing (in kg NH_3-N per kg N excreted) 259

Table 8.8:	Laying hens, emission factors for particle emissions from housing	260
Table 8.9:	Laying hens, related tables provided with the data CD	261
Table 8.10:	Broilers, calculation methods applied	262
Table 8.11:	Broilers, national total of German broiler meat production (in Mg a^{-1})	263
Table 8.12:	Broilers, time series of raw protein content in feed x_{XP} (kg kg^{-1}), related to fresh matter	265
Table 8.13:	Broilers, derivation of partial emission factors for NH_3-N losses from housing	267
Table 8.14:	Broilers, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	268
Table 8.15:	Broilers, related tables provided with the data CD	269
Table 8.16:	Pullets, calculation methods applied	270
Table 8.17:	Pullets, phase-related diet mass intake (fresh matter) and ME contents of feed	271
Table 8.18:	Pullets, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	275
Table 8.19:	Pullets, related tables provided with the data CD	276
Table 8.20:	Geese, calculation methods applied	277
Table 8.21:	Geese, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	279
Table 8.22:	Geese, related tables provided with the data CD	279
Table 8.23:	Ducks, calculation methods applied	280
Table 8.24:	Ducks, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	285
Table 8.25:	Ducks, related tables provided with the data CD	285
Table 8.26:	Turkeys, calculation methods applied	286
Table 8.27:	Turkeys, animal performance and feed intake data from Poultry Almanacs and other sources	288
Table 8.28:	Turkeys, phase feeding, feed nitrogen contents (x_N) and specific ME contents ($\eta_{ME, feed}$); amounts of feed in fresh matter, nitrogen contents and specific ME contents related to fresh matter	289
Table 8.29:	Turkeys, derivation of partial emission factors for NH_3 losses from housing	292
Table 8.30:	Turkeys, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	293
Table 8.31:	Turkeys, related tables provided with the data CD	293
Table 8.32:	Poultry, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM)	296
Table 8.33:	Poultry, 2012, intercomparison of PM implied emission factors	297
Table 8.34:	Poultry, related tables provided with the data CD	298
Table 8.35:	Other poultry (poultry except laying hens and broilers), related tables provided with the data CD	298
Table 9.1:	GHG emissions of deer, rabbits, ostrich and fur-bearing animals	299
Table 9.2:	Mean animal populations estimated by Federal Statistical Agency	299
Table 9.3:	CH_4 emissions from enteric fermentation of deer, rabbit and fur-bearing animals	300
Table 9.4:	CH_4 from free range (deer) and manure management (rabbit, ostrich, fur-bearing animals)	300
Table 9.5:	Deer: N excretions (N_{excr}) as reported by other countries in NIR 2014	301
Table 9.6:	Ostrich: N excretions (N_{excr}) as reported by other countries in NIR 2014	302
Table 9.7:	N excretions and TAN contents used for German emission estimates	302
Table 9.8:	NH_3 emission factors for housing and storage in kg NH_3-N per kg TAN	303
Table 9.9:	NH_3 emissions from housing and storage	303
Table 9.10:	Direct N_2O emissionen from housing/storage	303
Table 9.11:	Indirect N_2O from deposition of reactive N from NH_3 and NO lost from housing and storage	304
Table 9.12:	NH_3 emission factors for spreading and free range in kg NH_3-N per kg TAN	304
Table 9.13:	NH_3 from spreading and/or free range in Gg NH_3 per year	304
Table 9.14:	Direct N_2O from soils after spreading and (for deer) free-range N excretions	305
Table 9.15:	Indirekte N_2O from deposition of reactive N from NH_3 lost during spreading or (for deer) from free-range N excretions	305
Table 9.16:	Indirect N_2O from soils due to leaching and run-off	306
Table 10.1:	Digestion of energy plants, activity data (in Gg a^{-1})	308
Table 10.2:	Digestion of energy plants, percentages of storage types of energy-plant digestates (in %)	308
Table 10.3:	Digestion of energy plants, effective emission factor for CH_4, related to VS input (in kg kg^{-1})	310
Table 10.4:	Digestion of energy plants, effective emission factor for direct N_2O-N, related to N input (in kg kg^{-1})	310
Table 10.5:	Digestion of energy plants, effective emission factor for NH_3-N, related to N input (in kg kg^{-1})	311
Table 10.6:	Digestion of energy plants, related tables provided with the data CD	312
Table 11.1:	Agricultural soils, procedures used for the calculation of direct emissions	313
Table 11.2:	German classification of N fertilizers and corresponding EMEP (2013) categories	315

Table 11.3: Mineral fertilizers, NH_3 emission factors for the fertilizer categories applied in Germany 316
Table 11.4: Sewage sludge applied within agriculture (in Gg a^{-1} dry matter) (statistical data) 321
Table 11.5: Sewage sludge, nitrogen content (in g kg^{-1} N, related to dry matter) (statistical data) 321
Table 11.6: Organic soils, German totals of areas of arable land and drained grassland (in 1000 ha) 325
Table 11.7: Organic soils, overall N_2O-N emission factors (in kg kg^{-1}) 326
Table 11.8: Crop residues (agricultural crops and grassland), data used to calculate N_2O and N_2 emissions 330
Table 11.9: Crop residues (horticultural crops), data used to calculate N_2O and N_2 emissions (N contents related to fresh matter) 331
Table 11.10: CO_2 from liming, amounts of $CaCO_3$ (in Gg a^{-1}) 333
Table 11.11: Amounts of urea applied (including urea solutions) (in Gg a^{-1}) 335
Table 11.12: Activity data and parameters for the calculation of NMVOC from agricultural crops 337
Table 11.13: NMVOC emission factors provided by EMEP (2013) 338
Table 11.14: Direct emissions from agricultural soils, related tables provided with the data CD 340
Table 12.1: Agricultural soils, procedures used for the calculation of indirect N2O emissions 341
Table 12.2: Indirect N_2O emissions from agricultural soils, related tables provided with the data CD 344
Table 13.1: Fractions $Frac_x$, intercomparison with data reported by other countries 346
Table 13.2: Fractions $Frac_x$, related tables provided with the data CD 346
Table 14.1: Manure management: Uncertainties (standard error/ half the 95 % confidence interval) of the IEF for NH_3 (%) (for details see text) 355
Table 14.2: Uncertainty calculation for the German agricultural GHG inventory 358
Table 14.3: Uncertainty calculation for the German agricultural ammonia inventory (without emissions from storage and spreading of digestates of energy plants) 361

Abbreviations and acronyms / Abkürzungen und Akronyme

For symbols of quantities used in equations as well as units and definitions see Chapter 3.1. Chapter 3.1. also provides a list of all German federal states.

Für Gleichungssysmbole, Einheiten und Definitionen wird auf Kapitel 3.1 verwiesen. Dort findet sich auch eine Zusammenstellung der deutschen Bundesländer.

4.A	Source category enteric fermentation	Quellgruppe Verdauung
4.B	Source category manure management	Quellgruppe Wirtschaftsdünger-Management
4.D	Source category agricultural soils	Quellgruppe landwirtschaftliche Böden
AC	activities	Aktivitäten
ADR	German working group on cattle breeding	Arbeitsgemeinschaft der Rinderzüchter Deutschlands
AHL	ammonium nitrate solution	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
AI	additional information	zusätzliche Informationen
AK	Institute of Climate-Smart Agriculture (former Institute of Agricultural Climate Research)	Institut für Agrarklimaschutz (ehemals: Institut für Agrarrelevante Klimaforschung)
ANS	ammonium nitrate solution	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
AOE	Institute of Agroecology,	Institut für Agrarökologie, aktueller Name: AK
B.U.T.	British United Turkeys Ltd.	Britische Putenvereinigung mbH
BB	Brandenburg (German federal state)	Brandenburg
BImSchG	Federal law on immission control	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMEL	Federal Ministry of Food and Agriculture	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMELF	Federal Ministry of Food, Agriculture and Forestry	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMELV	Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (as of 2014: Federal Ministry of Food and Agriculture, BMEL)	Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ab 2014: Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, BMEL)
BMU	Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety	Bundesministerium für Umwelt
BW	Baden-Württemberg (German federal state)	Baden-Württemberg
BY	Bavaria (German federal state)	Bayern
CEIP	EMEP Centre on Emission Inventories and Projections	EMEP Center für Emissionsinventare und Projektionen
CH_4	Methane	Methan
CLRTAP	Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution	Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverschmutzung
CO_2	Carbon Dioxide	Kohlenstoffdioxid
CORINAIR	Core Inventory of Air emissions (European inventory and data base for air emissions)	Europäisches Luftemissionsinventar und –datenbanksystem
CRF	Common reporting format (Green house gas emission reporting) http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_ httpsubmissions/items/6598.php	Berichtsformat für die Treibhausgas-Emissionsberichterstattung
DBFZ	German research centre for the use of biomass	Deutsches Biomasseforschungszentrum
DE	digestable energy	verdauliche Energie
DESTATIS	Federal Statistical Office	Statistisches Bundesamt
DLG	German Agricultural Society	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
DOM	digestibility of organic matter	Verdaulichkeit der organischen Substanz
DWA	German Association for Water, Wastewater and Waste	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWD	German Weather Service	Deutscher Wetterdienst
EAGER	European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network, http://eager.ch	Europäische wissenschaftliche Arbeitsgruppe zu gasförmigen Emissionen aus der Landwirtschaft, http://eager.ch
EEA	European Environment Agency	Europäische Umweltagentur (EUA)
EEG	Renewable Energy Act	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EMEP	European Monitoring and Evaluation Program (co-operation to solve transboundary air pollution problems)	Europäisches Programm zu Überwachung und Minderung grenzüberschreitender Luftverschmutzung
EU	European Union	Europäische Union
FAL	Federal Agricultural Research Centre	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FAL-TZ	FAL Institute of Animal Breeding, current name: FLI-ING	FAL-Institut für Tierzucht, aktueller Name: FLI-ING
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen
FLI	Friedrich-Loeffler-Institute, Federal Research Institute for Animal Health	Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
FLI-ING	FLI Institute of Farm Animal Genetics	FLI-Institut Nutztiergenetik

Frac	Fraction	Relativer Anteil
FS	Technical serial of StatBA and StatLA	Fachserie der StatBA und StatLA
FYM	Farm yard manure	Wirtschaftsdünger
GAS-EM	Inventory model „Gaseous Emissions“	Inventar-Modell „Gasförmige Emissionen“
GE	gross energy	Brutto-Energie
GfE	Society of Nutrition Physiology	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
GHG	greenhouse gas	Treibhausgas
GWP	Global warming potential	Erderwärmungspotential
HE	Hesse (German federal state)	Hessen
HIT	Data base for the origin of animals and other animal-related data	Herkunftssicherungs- und Informationssystems für Tiere (Datenbank)
IEF	Implied Emission Factor	aggregierter Emissionsfaktor
IGEM	Interest group for asses and mules	Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere
IGZ	Institute of vegetable and ornamental plant cultivation	Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry	Internationale Union für reine und angewandte Chemie
IUPAP	International Union of Pure and Applied Physics	Internationale Union für reine und angewandte Physik
KTBL	Association for Technology and Structures in Agriculture	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LFBG	Law code on food and animal feed	Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
LfL	Bavarian State Research Center for Agriculture	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LR	Institute of Rural Studies	Institut für Ländliche Räume
LULUCF	Land Use and Land Use Change	Landnutzung und Landnutzungsänderung
LWK	Chamber of Agriculture	Landwirtschaftskammer
LZ2010	survey for the agricultural census in 2010	Landwirtschaftszählung 2010
MCF	methane conversion factor	Methan-Umwandlungsfaktor
ME	metabolizable energy	umsetzbare Energie
MEG	media service on poultry	Mediendienst Geflügel
MLF	Dairy concentrate	Milchleistungsfutter
MNULV	Ministry for Climate Protection, Environment, Agriculture, Nature Conservation and Consumer Protection of the State of North Rhine-Westphalia	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MV	Mecklenburg-Western Pomerania (German federal state)	Mecklenburg-Vorpommern
N	nitrogen	Stickstoff
N_2	dinitrogen	Distickstoff
N_2O	nitrous nitrogen (laughing gas)	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NA	notation key „not applicable“	Notationsschlüssel „nicht anwendbar“
NaKo	National Co-ordination Agency (Single Quantity)	Nationale Koordinierungsstelle
NaSE	National System of Emissions Inventories	Nationales System Emissionsinventare
NE	notation key „not estimated“	Notationsschlüssel „nicht berechnet“
NFR	Nomenclature for Reporting (reporting of air pollutant emissions) http://www.ceip.at/overview-of-submissions-under-clrtap/	Berichtsformat für die Luftschadstoffe-Emissionsberichterstattung
NH_3	ammonia	Ammoniak
NH_4	ammonium	Ammonium
NI	Lower Saxony (German federal state)	Niedersachsen
NIR	National Inventary Report	Nationaler Inventarbericht
NMVOC	Non-Methane Volatile Organic Compounds	Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan
NO	notation key „not occuring“	Notationsschlüssel „nicht vorkommend“
NO_3	nitrate	Nitrat
NW	North Rhine-Westphalia (German federal state)	Nordrhein-Westphalen
PM	particulate matter	Partikel
$PM_{2,5}$	particulate matter (diameter: ≤ 2.5 µm)	Partikel (Durchmesser: ≤ 2.5 µm)
PM_{10}	particulate matter (diameter: ≤ 10 µm)	Partikel (Durchmesser: ≤ 10 µm)
QK	quality control	Qualitätskontrolle
QM	quality management	Qualitätsmanagement
QS	quality assurance	Qualitätssicherung
QSE	Quality System for Emissions Inventories	Qualitäts-System Emissionsinventare
R	series of the StatBA and StatLA	Reihe der StatBA und StatLA
RAM	diet with reduced nitrogen contents	Rohprotein-Angepasste-Mischung
RAUMIS	regionalised information system for agriculture and environment in Germany	Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationsSystem für Deutschland
RHG	Raiffeisen cooperative Hanover	Raiffeisen Hauptgenossenschaft Hannover
RMD	Report on Methods and data	Report zu Methoden und Daten
RP	Rhineland-Palatinate (German federal state)	Rheinland-Pfalz

SH	Schleswig-Holstein (German federal state)	Schleswig-Holstein
SI	International system of units	Internationales Einheitensystem
SL	Saarland (German federal state)	Saarland
SN	Saxony (German federal state)	Sachsen
SNAP	sources as classified in the Selected Nomenclature for Air Pollutants	Emittenten in der Ordnung der Selected Nomenclature for Air Pollutants
ST	Saxony-Anhalt (German federal state)	Sachsen-Anhalt
StatBA	Federal Statistical Office	Statistisches Bundesamt
StatLA	Federal State Statistical Office	Statistisches Landesamt
StMELF	Bavarian State ministry for Nutrition, Agriculture and Forestry	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
StSt	So-called City States: Berlin, Bremen and Hamburg (expressed as sum or weighted mean of the respective StSt) (German federal state)	Stadtstaaten: Berlin, Bremen and Hamburg (ausgedrückt als Summe oder gewichtetes Mittel der entsprechenden StSt)
TAN	total ammonia nitrogen	Ammonium-Stickstoff
TH	Thuringia (German federal state)	Thüringen
TI	Johann Heinrich von Thünen-Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (abbreviated designation: Thünen Institute)	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (Kurzbezeichung: Thünen-Institut)
TSP	Total suspended particulate matter	Gesamtmasse an luftgetragenen Partikeln
UAN	Urea Ammonium Nitrate	Harnstoff/Ammoniumnitrat
UBA	Federal Environment Agency	Umweltbundesamt
UFOP	Union for the Promotion of Oil and Protein Plants e.V.	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
UK	United Kingdom (S. 244)	Großbritannien
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen
VDL	association of German sheep breeding organizations	Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände
vTI	former abbreviation of the TI	frühere Abkürzung für das TI
XP	crude protein	Rohprotein
ZMP	Central Marketing and Price Reporting Unit for Products of Agriculture, Forestry and the Food Industry	Zentrale Markt- und Preisberichtstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH

Abstract / Zusammenfassung

The report at hand (including a comprehensive annex of data) serves as additional document to the National Inventory Report (NIR) on the German green house gas emissions and the Informative Inventory Report (IIR) on the German emissions of air pollutants (especially ammonia). The report documents the calculation methods used in the German agricultural inventory model GAS-EM as well as input data, emission results and uncertainties of the emission reporting submission 2015 for the years 1990 - 2013.

In this context the sector Agriculture comprises the emissions from animal husbandry, the use of agricultural soils and anaerobic digestion of energy plants. As required by the guidelines, emissions from activities preceding agriculture, from the use of energy and from land use change are reported elsewhere in the national inventories.

The calculation methods are based in principle on international guidelines for emission reporting and have been continuingly improved during the past years. In particular, these improvements concern the calculation of energy requirements, feeding and the N balance of the most important animal categories. In addition, technical measures such as air scrubbing (mitigation of ammonia emissions) and digestion of animal manures (mitigation of emissions of methane and loughing gas) have been taken into account.

Total emissions of methane (CH_4) and laughing gas (N_2O) from German agriculture (including the anaerobic digestion of energy plants) decreased from about 77.9 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ in 1990 to about 64.2 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ in 2013 (-17.5 %). The emission reduction is a consequence of the following emission changes of partial sources:

- decrease of 9.939 Tg CO_{2eq} (-28,7 %) as CH_4 from enteric fermentation,
- decrease of 2.932 Tg CO_{2eq} (-22,2 %) as CH_4 and N_2O from manure management,
- increase of 1,344 Tg CO_{2eq} as CH_4 and N_2O from anaerobic digestion of energy plants (digester and storage of digestates),
- decrease of 3.014 Tg CO_{2eq} (-10,7 %) as N_2O from agricultural soils,
- increase of 0.680 Tg CO_{2eq} (+53,2 %) as CO_2 from liming (agriculture and forest),
- increase of 0.215 Tg CO_{2eq} (+44,9 %) as CO_2 from application of urea.

The decrease of emissions is partly due to the decrease of animal numbers of dairy cows and other cattle. An additional reason, especially since 2004, is the increasing impact of the anaerobic digestion of animal manures and the increasing frequenciy of gastight storage of the digestion residues.

Ammonia (NH_3) emissions from German agriculture decreased considerably in the years immediately after the the German unification 1990/1991. For the subsequent years no significant trend is discernible. Total NH_3 emissions from German agriculture (without anaerobic digestion of energy plants) decreased by 16.8 % from

Der vorliegende Berichtsband einschließlich des umfangreichen Datenanhangs dient als Begleitdokument zum National Inventory Report (NIR) über die deutschen Treibhausgas-Emissionen und zum Informative Inventory Report (IIR), über die deutschen Schadstoffemissionen (insbesondere Ammoniak). Er dokumentiert die im deutschen landwirtschaftlichem Inventarmodell GAS-EM integrierten Berechnungsverfahren sowie die Eingangsdaten, Emissionsergebnisse und Unsicherheiten der Berichterstattung 2015 für die Jahre 1990 bis 2013.

Der Bereich Landwirtschaft umfasst dabei die Emissionen aus der Tierhaltung und der Nutzung landwirtschaftlicher Böden sowie aus der Vergärung von Energiepflanzen. Emissionen aus dem Vorleistungsbereich, aus der Nutzung von Energie sowie Landnutzungsänderungen werden den Regelwerken entsprechend an anderer Stelle in den nationalen Inventaren berichtet.

Die Berechnungsverfahren beruhen in erster Linie auf internationalen Regelwerken zur Emissionsberichterstattung und wurden in den vergangenen Jahren beständig weiterentwickelt. Letzteres betrifft im Wesentlichen die Berechnung des Energiebedarfs, der Fütterung und der tierischen N-Bilanz bei den wichtigen Tierkategorien. Zusätzlich wurden technische Maßnahmen wie Abluftreinigung (Minderung von Ammoniakemissionen) und die Vergärung von Wirtschaftsdünger (Minderung von Methan- und Lachgasemissionen) berücksichtigt.

Die Gesamtemissionen von Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) aus der deutschen Landwirtschaft (einschließlich der Vergärung von Energiepflanzen) sanken von rund 77,9 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ im Jahr 1990 auf rund 64,2 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ im Jahr 2013 (-17,5 %). Dieser Trend ergab sich wie folgt aus Veränderungen der Teilquellen-Emissionen:

- Abnahme um 9,939 Tg CO_{2eq} (-28,7 %) als CH_4 aus der Verdauung,
- Abnahme um 2,932 Tg CO_{2eq} (-22,2 %) als CH_4 und N_2O aus dem Wirtschaftsdüngermanagement,
- Zunahme um 1,344 Tg CO_{2eq} als CH_4 und N_2O aus der Vergärung von Energiepflanzen (Fermenter, Gärrestlager),
- Abnahme um 3,014 Tg CO_{2eq} (-10,7 %) als N_2O aus landwirtschaftlich genutzten Böden,
- Zunahme um 0,680 Tg CO_{2eq} (+53,2 %) als CO_2 aus Kalkung (Landwirtsch und Forst),
- Zunahme um 0,215 Tg CO_{2eq} (+44,9 %) als CO_2 aus Harnstoffanwendung.

Die Emissionsminderung geht zum Teil auf die Abnahme der Tierzahlen bei Milchkühen und übrigen Rindern zurück. Ein weiterer Grund, insbesondere ab 2004, ist die zunehmende anaerobe Vergärung von Wirtschaftsdünger und die zunehmende Verbreitung der gasdichten Gärrestlagerung.

Die Ammoniakemissionen (NH_3) aus der deutschen Landwirtschaft sind unmittelbar nach der deutschen Wiedervereinigung von 1990 zu 1991 deutlich gesunken. In den Jahren danach ist kein eindeutiger Trend erkennbar. Insgesamt (ohne Vergärung von Energiepflanzen) sanken die NH_3-Emissionen aus der deutschen Landwirt-

760.8 Gg in 1990 to 633.3 Gg in 2013. While anaerobic digestion was negligible in 1990, it caused additional NH3 emissions of 50.9 Gg in 2013.

The NH_3 time series is a result of counteracting processes. One of the important governing quantities is the animal number the decrease of which after the German reunification is the main reason for the considerable decrease of the emissions from 1991 to 1992. Additional reasons for decreasing emissions are mitigation measures like emission-reduced storage and manure application. These effects are partly compensated by the continuing increase of animal performance. In addition, emissions from application of synthetic fertilizer increased compared to 1990, even though the amount of synthetic fertilizer applied decreased (in units of nitrogen). The observed increase of emissions is due to the increasing share of urea, as urea has a considerably higher emission factor than other synthetic fertilizers.

The uncertainty (95 % confidence interval) of the temporal trend of the total NH_3 emissions is 3.9 % when calculated according to the IPCC Tier 1 methodology.

According to the current NEC Directive (Directive 2001/81/EG of the European Parliament as of 23 October 2001) the German ceiling of NH_3 emissions is 550 Gg per year as of 2010. The German NH_3 emissions from agriculture (633.3 Gg in 2013 without anaerobic digestion of energy plants that is not to be considered in the context of the NEC Directive) exceed this ceiling by far.

Key words: Emission inventory, agriculture, animal husbandry, agricultural soils, anaerobic digestion, energy plants, renewable primary products, greenhouse gases, air pollutants, methane, loughing gas, ammonia, particulate matter

schaft von 760,8 Gg im Jahr 1990 auf 633,3 Gg im Jahr 2013 (-16,8 %). Die Vergärung von Energiepflanzen, die 1990 noch vernachlässigbar war, führte 2013 zu zusätzlichen NH_3-Emissionen von 50,9 Gg.

Die Entwicklung der NH_3-Emissionen ist ein Ergebnis gegenläufiger Effekte. Eine wichtige Einflussgröße ist die Tierzahl. Ihre Abnahme nach der Wiedervereinigung ist der Hauptgrund für die deutliche Abnahme der Emissionen 1990/1991. Weitere Gründe für die Abnahme der Emissionen sind Minderungsmaßnahmen wie emissionsärmere Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger. Teilkompensierend wirkt die beständige Zunahme der tierischen Leistung. Auch die Emissionen aus der Mineraldüngerausbringung sind gegenüber 1990 gestiegen, obwohl die ausgebrachte Mineraldüngermenge (in Stickstoff-Einheiten) abgenommen hat. Dies liegt am steigenden Harnstoffanteil, da Harnstoff einen deutlich höheren Emissionsfaktor aufweist als andere Mineraldünger.

Die Unsicherheit (95 %-Konfidenzintervall) des zeitlichen Trends der NH_3-Emissionen liegt nach dem Stufe-1-Berechnungsverfahren von IPCC bei 3,9 %.

Mit der NH_3-Emission von 633,3 Gg im Jahr 2013 (ohne die in diesem Zusammenhang nicht zu berücksichtigende Vergärung von Energiepflanzen) wurde die durch die aktuelle NEC-Richtlinie (Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments vom 23. Oktober 2001) für die deutschen Gesamt-NH_3-Emissionen ab 2010 vorgegebene Obergrenze von jährlich 550 Gg allein durch die Landwirtschaft deutlich überschritten.

Schlüsselwörter: Emissionsinventar, Landwirtschaft, Tierhaltung, landwirtschaftliche Böden, anaerobe Vergärung, Energiepflanzen, nachwachsende Rohstoffe, Treibhausgase, Luftschadstoffe, Methan, Lachgas, Ammoniak, luftgetragene Partikel

1 Introduction / Einführung

In Europe, gaseous and particulate emissions from agriculture have been subject to both national and international regulations, as they adversely affect

- the energy dynamics of the atmosphere (physical climate),
- the formation of tropospheric and the destruction of stratospheric ozone,
- the amount of formation of secondary aerosols,
- terrestrial and aquatic ecosystems due to atmospheric inputs of acidity and nutrients (acidification and eutrophication),
- human health and welfare and
- reduce atmospheric visibility.

These internation regulations (protocols etc.) are the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC[1]), the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP[2]), and within the European Union the Directive of the European Parliament and of the Council on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants (NEC Directive[3]).

The forementioned conventions require annual calculations of the emissions of the respective gases and air pollutants. The results have to be documented in an emission inventory and to be reported to the organisations in charge.

The German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) is responsible for the entire German emission reporting. However, the sector “Agriculture” is dealt with under the aegis of the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL, formerly known as BMELV and BMELF). On behalf of BMEL, the Institute for Climate-Smart Agriculture (AK) (the former Insitute of Agricultural Climate Research) of the Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI, formerly known as vTI) establishes the annual agricultural emission inventory. In this inventory, the emissions from agricultural animal husbandry and from managed agricultural soils are regarded as agricultural emissions.[4]

The requirements for the preparation of the inventory as well as the emission reporting process are described for green house gases (especially methane and laughing gas) in the IPCC Guidelines (IPCC, 2006). For air

Gasförmige und partikelförmige Emissionen aus der Landwirtschaft sind in Europa wegen

- ihrer Bedeutung für Änderungen des physikalischen Klimas (Wärmehaushalt der Atmosphäre),
- ihrer Einflüsse auf die Bildung troposphärischen und den Abbau stratosphärischen Ozons,
- ihrer Rolle bei der Bildung von Sekundäraerosolen,
- der versauernden und eutrophierenden Wirkung ihrer Reaktionsprodukte auf terrestrische und aquatische Ökosysteme (Stoffhaushalt der Biosphäre),
- der Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit
- sowie der Verringerung der Sichtweite

zum Gegenstand nationaler und internationaler gesetzlicher Regelungen geworden.

Hierbei handelt es sich um die Klimarahmenkonvention (UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC[1]), die Konvention zur Verminderung und Vermeidung grenzüberschreitender Luftverunreingungen (UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, CLRTAP[2]) sowie in der Europäischen Union um die Festlegung von Emissionsobergrenzen für einige Stoffe, u. a. Ammoniak (NEC-Richtlinie[3]).

Im Rahmen dieser internationalen Abkommen müssen die nationalen Emissionen der entsprechenden Gase und Luftschadstoffe jährlich berechnet und in Form des Emissionsinventars an die zuständigen Organisationen übermittelt werden.

Die Verantwortung für die gesamte deutsche Emissionsberichtstattung liegt beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Dabei unterliegt der Bereich Landwirtschaft der Federführung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, früher: BMELV, BMELF). Im Auftrag des BMEL erstellt das Institut für Agrarklimaschutz (AK) (vormals Institut für agrarrelevante Klimaforschung) des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (TI, früher vTI) das jährliche landwirtschaftliche Emissionsinventar. In diesem werden die Emissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung und den bewirtschafteten Nutzflächen berichtet.[4]

Die Anforderungen an die Erstellung von Emissionsinventaren sowie die Emissionsberichterstattung werden für Treibhausgase (insbesondere Methan und Lachgas) in den IPCC Guidelines (IPCC, 2006) und für Schad-

[1] UN Framework Convention on Climate Change, 1992, and Kyoto Protocol on the reduction of greenhouse gas emissions of CO_2, CH_4, N_2O, HFC´s, PFC´s and SF6 – see also: http://unfccc.int

[2] UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP), 1979 – see also: http://www.unece.org/env/lrtap/

[3] Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants, Official Journal of the European Communities L 309/22, November 27, 2001

[4] Emissions from activities preceding agriculture (e.g. the production and transport of mineral fertilizers), emissions from vehicles (including tractors) or stationary installations are dealt with under the categories “production processes”, “other mobile sources” and “non-industrial combustion plants”.

pollutants the respective methods and rules are provided in the Emission Inventory Guidebook (EMEP, 2013). In some specific cases the older guidelines are still used: IPCC (1996), EMEP (2007) und EMEP (2009).

The basic requirements with respect to the level of complexity to be applied for the emission calculations are predominantly determined by key source analysis. An emission source is a key source when it significantly contributes in amount, trend or uncertainty to the national total emission ((IPCC (2006), Kapitel 4; EMEP (2013), Chapter 2). Emissions from key sources have to be determined with detailed methods. Also with respect to policy advice (cf. DÄMMGEN et al., 2006; GAUGER et al., 2006) there is increasing interest in emission calculation methods as detailed as possible, for only detailed methods allow for the identification and assessment of options for emission mitigation.

On this account, the methods for the calculation of emissions from the German agriculture have been continuingly improved during the past years for the sector of animal husbandry. The development of methods also used results obtained from an international comparison of methods between neighboured countries (EAGER). All methods used at present for the calculation of emissions from German agricultural animal husbandry satisfy or partly exceed by far the basic requirements specified in the guidelines.

Work is in progress in various research projects in order to improve also the calculations of green house gas emissions from agricultural soils. At the time being, these calculations can be performed only with the rather simple methods provided in the guidelines, even though the emissions from agricultural soils represent remarkable contributions to the national total of green house gas emissions from agriculture.

The quality of the emission calculation has to satisfy high demands: emission caculations and emission reporting must be transparent; the results must be comparable to those of other countries; the reported times series must be consistent; the emission calculations must be complete, i. e. take into account all relevant sources and sinks of emissions; the uncertainties of the emissions calculated must be determined. Responsibilities, procedures and the implementation of the international requirements for the quality management within the framework of emission inventory preparation at TI are described in two specific documents which, at the time being, are available in German only (BMELV, 2012; vTI, 2012). These documents describe in detail the concept of the preparation of green house gas inventories for the source and sink sectors 3 (agriculture) and 4 (LULUCF) within the responsibility of BMELV and the quality management for these two source and sink sectors.

The report at hand replaces the report of the previous year (HAENEL ET AL., 2014). It documents calculation methods, data and emission results of the present emission reporting submission. The report serves as addi-

stoffe wie Ammoniak und Partikel im Emission Inventory Guidebook (EMEP, 2013) beschrieben. In Einzelfällen kommen auch ältere Richtlinien noch zum Einsatz: IPCC (1996), EMEP (2007) und EMEP (2009).

Die Mindestanforderungen an den Detaillierungsgrad der Emissionsberechnung werden vorrangig durch die Hauptquellgruppenanalyse bestimmt. Als Hauptquellgruppen werden diejenigen Quellgruppen bezeichnet, die wesentliche Anteile zu Höhe, Trend oder Unsicherheit der nationalen Gesamtemissionen beitragen (IPCC (2006), Kapitel 4; EMEP (2013), Kapitel 2). Für Hauptquellgruppen besteht die Verpflichtung, detaillierte Berechnungsmethoden anzuwenden. Auch im Rahmen der Politikberatung (vgl. DÄMMGEN et al., 2006; GAUGER et al., 2006) besteht ein zunehmendes Interesse an möglichst detaillierten Berechnungsmethoden, um Optionen zur Emissionsminderung aufdecken und prüfen zu können.

Daher wurden in den vergangenen Jahren die Methoden zur Berechnung von Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft im Bereich der Tierhaltung beständig weiterentwicklelt. Dabei wurden auch Ergebnisse einbezogen, die im internationalen Vergleich benachbarter Staaten erarbeitet wurden (EAGER). Die aktuell im Bereich der Tierhaltung verwendeten Emissionsberechnungsmethoden erfüllen die in den Richtlinien festgelegten Mindestanforderungen an den Detaillierungsgrad und gehen teilweise weit über darüber hinaus.

Aktuell laufende Forschungsprojekte sollen dazu beitragen, auch die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden verbessern zu können. Diese Berechnungen können derzeit trotz des großen Beitrags der landwirtschaftlichen Bodennutzung zu den Gesamt-Treibhausgasemissionen aus der deutschen Landwirtschaft nur mit den in den Regelwerken vorgegebenen sehr einfachen Methoden erfolgen.

An die Qualität der Emissionsberechnung werden hohe Ansprüche gestellt. Sie bestehen in der Forderung nach Transparenz der Emissionsberechnung und Berichterstattung, Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen anderer Länder, Konsistenz der zu berichtenden Zeitreihen, Vollständigkeit (Einbeziehung aller relevanten Emissionsquellen und –senken) sowie Bestimmung der Genauigkeit der Emissionsergebnisse. Zuständigkeiten, Verfahrensabläufe und Umsetzung der internationalen Anforderungen an das Qualitätsmanagement bei der Erstellung der Emissionsinventare am TI sind im „Konzept zur Erstellung von THG-Emissions- und Kohlenstoffinventaren der Quell- und Senkengruppen 4 und 5 durch das Johann Heinrich von Thünen Institut (vTI) im Zuständigkeitsbereich des BMELV“ (BMELV, 2012) und in der „Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 3 und 4“ (vTI, 2012) (Kapitel 3.5) beschrieben.

Der vorliegende Berichtsband, der den Bericht des Vorjahres (HAENEL ET AL., 2014) ersetzt, dokumentiert Berechnungsverfahren, Datenquellen und Emissionsergebnisse der aktuellen Berichterstattung. Er dient als

tional document to the National Inventory Report 2015 (NIR) on the German green house gas emissions[5] and the Informative Inventory Report 2015 (IIR), the latter reporting German emissions of air pollutants (especially ammonia).[6]

Chapter 2 provides an overview of the calculated emission results and discusses the differences to the last-year emission reporting. (The modifications of methods and data underlying the differences between the present submission and the last-year submission are shortly described in Chapter 3.5.2.)

Chapter 2.4 describes the CD supplement to the report at hand. The CD contains an EXCEL® workbook with the emission results of the current submission along with additional information. The tables given in the EXCEL® workbook are adressed in the text volume in the respective paragraphs ogf the chapters 4 to 0.

Chapter 3 describes the basics of the agricultural inventory preparation. Besides an overview of units and definitions, Chapter 3 comprises the choice of methods based on key source analysis, an overview of basic calculation concepts and approaches (including the calculation of projections for 2020), the description of the input data and an overview on the quality management. Chapter 3 also includes a sub-chapter that describes modifications of methodologies and input data.

Chapters 4 to 9 describe the emission calculations for the various animal categories. Whenever subcategories are formed, e.g. for “other cattle”, a collective description is given at the end of the description of the category providing the mean properties of the respective category.

Chapter 10 adresses the calculation of emissions from the anaerobic digestion of energy plants, including the management of the digestates.

Chapters 11 and 12 deal with the description of emissions from soils, grass land and arable land.

Chapter 13 decribes the *Frac* entities that have to be reported in the CRF tables.

The assessment of the uncertainties of the green house gas emission inventory and the ammonia emission inventory is dealt with in **Chapter 14**.

Due to space limitations in the following text, equations, tables, figures, and maps are presented in an English Version only.

For technical reasons the German text uses related links that are named in English, i. e. Table instead of Tabelle and Figure instead of Abbildung.

Begleitdokument zum Nationalen Inventarbericht 2015 (NIR, National Inventory Report) über die deutschen Treibhausgas-Emissionen[5], und den Informative Inventory Report 2015 (IIR), der über die deutschen Schadstoffemissionen (insbesondere Ammoniak)[6] berichtet.

Kapitel 2 gibt einen Überblick über die berechneten Emissionsergebnisse und geht auf die Unterschiede zur letztjährigen Berichterstattung ein. (Die diesen Unterschieden zugrunde liegenden Änderungen bei Berechnungsverfahren und Eingangsdaten werden in Kapitel 3.5.2 kurz beschrieben.)

In **Kapitel 2.4** wird die umfangreiche EXCEL®-Datei der beiliegenden CD erläutert, die die Emissionsergebnisse sowie ergänzende Daten der aktuellen Submission enthält. (In den Kapiteln 4 bis 0 wird an den entsprechenden Stellen auf die in der EXCEL®-Datei enthaltenen Daten verwiesen.)

Kapitel 3 beschreibt die Grundlagen der landwirtschaftlichen Inventarerstellung. Dieses Kapitel umfasst neben einem Unterkapitel zu Einheiten und Begrifflichkeiten die Methodenauswahl nach Hautquellgruppenanalyse, eine Übersicht über grundlegende Konzepte und Berechnungsansätze (einschl. der Projektionserstellung für 2020), die Beschreibung der eingehenden Daten sowie einen Überblick über das Qualitätsmanagement (einschließlich der Änderungen bei Berechnungsverfahren und Eingangsdaten).

In den **Kapiteln 4 bis 9** wird die Emissionsberechnung für die verschiedenen Tierkategorien beschrieben. Werden in einer Tierkategorie (z.B. bei Rindern ohne Milchkühe) Unterkategorien gebildet, so folgt am Ende der Beschreibung der jeweiligen Unterkategorien eine Zusammenfassung der mittleren Kenngrößen.

Kapitel 10 befasst sich mit der Berechnung von Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen einschließlich Gärreste-Management.

Kapitel 11 und 12 enthalten die Beschreibung der Emissionen aus Böden, Grünland und Ackerland.

Kapitel 13 geht auf die *Frac*-Größen ein, die in den CRF-Tabellen zu berichten sind.

Kapitel 14 beschreibt die Schätzung der Gesamtunsicherheiten von Treibhausgas- und Ammioniak-Inventar einschließlich der zugehörigen Grundlagen.

Aus Platzgründen werden im nachfolgenden Text neben Gleichungslegenden auch Tabellen, Abbildungen und Karten lediglich in englischer Fassung dargestellt.

Aus technischen Gründen werden im deutschen Text Tabellen und Abbildungen mit den englischen Begriffen „Tables“ bzw. „Figures“ bezeichnet, wenn es sich um Verweise auf Tabellen bzw. Abbildungen handelt.

[5] National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory (NIR), http://www.umweltbundesamt.de/publikationen.htm

[6] German Informative Inventory Report (IIR), http://iir-de.wikidot.com/start

2 Emission results submission 2015 / Emissionsergebnisse Submission 2015

In the following, a summary of important results of the emission calculations for the emission reporting 2015 (Submission 2015) from German agriculture is presented. The results mainly pertain to the time series 1990 to 2013, but also to the projection for the year 2020. The overview is restricted to CH_4, CO_2, N_2O und NH_3 from emission sources covered by the emission reporting for the sector "Agriculture", i. e. animal husbandry and managed agricultural soils. Emissions from industrial processes associated with agriculture (e. g. fertilizer production) as well as emissions from energy consumption by agriculture are not considered as they are reported elsewhere.

Not included in the reported emissions are emissions from deer, rabbit, ostrich ad fur bearing animals, because they are insignificant (see Chapter 9).

Detailed information on input data and emission results is provided in the chapters beginning with chapter 4 and on the CD supplement to the report at hand (see Chapter 2.4).

Chapter 2.1 and Chapter 2.2 provide an overview of the calculated emission results. Chapter 2.3 discusses the differences to the last-year emission reporting. (The modifications of methods and data underlying the differences between the present submission and the last-year submission are shortly described in Chapter 3.5.2.)

For the uncertainties of the GHG and the NH_3 inventories see Chapter 14.

Im Folgenden wird eine Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse der Emissionsberechnungen für die Berichterstattung 2015 (Submission 2015) aus der deutschen Landwirtschaft gegeben, wobei es zum Einen um die Zeitreihe 1990 bis 2013 geht, zum Anderen um die Projektion für das Jahr 2020. Die Übersicht beschränkt sich auf CH_4, CO_2, N_2O und NH_3 aus dem Bereich, der durch die Berichterstattung im Berichtssektor „Landwirtschaft" abgedeckt wird, d. h. die Nutztierhaltung und landwirtschaftlich genutzte Böden. Daher finden Emissionen aus Vorleistungsbereich und Energieverbrauch, die in gesonderten Sektoren berichtet werden, im Folgenden keine Berücksichtigung.

Ebenfalls nicht berücksichtigt werden wegen Geringfügigkeit die Emissionen von Gehegewild, Kaninchen, Straußen und Pelztieren (siehe Kapitel 9).

Umfassende Informationen zu Eingangsdaten und Emissionsergebnissen finden sich ab Kapitel 4 und auf der beiliegenden Daten-CD (siehe Kapitel 2.4).

Kapitel 2.1 und Kapitel 2.2 geben einen Überblick über die berechneten Emissionsergebnisse. Kapitel 2.3 geht auf die Unterschiede zur letztjährigen Berichterstattung ein. (Die diesen Unterschieden zugrunde liegenden Änderungen bei Berechnungsverfahren und Eingangsdaten werden in Kapitel 3.5.2 kurz beschrieben.)

Hinsichtlich der Unsicherheit von Treibhausgas- und NH_3-Gesamtinventar wird auf Kapitel 14 verwiesen.

2.1 GHG emissions (CH_4, CO_2 and N_2O) / THG-Emissionen (CH_4, CO_2 und N_2O)

Figure 2.1 displays for the different source sectors the time series of green house gas emissions for the years 1990 to 2013. The underlying data are presented in Table 2.1.

As regulated by the IPCC (2006) guidelines, the CO_2 emissions from liming comprise the CO_2 emission from lining in the forest sector.

In addition, Figure 2.1 presents results for the projection year 2020. The 2020 emissions were calculated based on the data provided in Chapter 3.3.7.

Figure 2.1 zeigt gegliedert nach Quellbereichen die für 1990 bis 2013 berechneten Zeitreihen der Treibhausgas-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft. Die entsprechenden Daten sind Table 2.1 zu entnehmen.

Aufgrund der Berichtsvorschriften von IPCC (2006) umfassen die CO_2-Emissionen aus der Kalkung auch die CO_2-Emissionen aus der Kalkung im Forstbereich.

Ergänzt werden die Zeitreihen Figure 2.1 durch die Projektion für 2020, die auf Grundlage der Vorgaben in Kapitel 3.3.7 erstellt wurde.

Figure 2.1: Annual THG emissions from German agriculture and projections for 2020 (Submission 2015) (GWP: CH_4 25, N_2O 298)

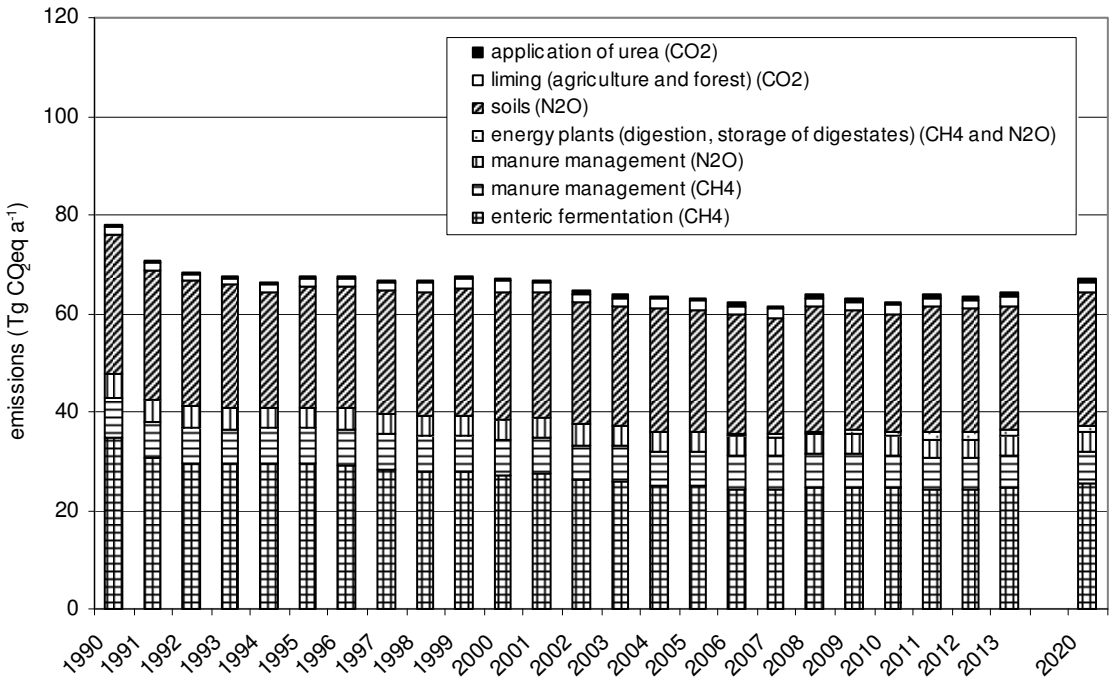


Table 2.1: GHG emissions from German agriculture for 1990 - 2013 in Tg CO_{2eq} (Submission 2015) (GWP_{CH4} = 25, GWP_{N2O} = 298)

year	Total GHG from German agriculture	CH_4 enteric fermentation	CH_4 manure management	N_2O manure management[a]	CH_4 + N_2O energy plants	N_2O soils	CO_2 liming	CO_2 urea application
1990	77.889	34.652	8.073	5.114	0.000	28.293	1.277	0.480
1991	70.571	30.712	7.206	4.527	0.001	26.406	1.286	0.434
1992	68.332	29.655	7.129	4.455	0.001	25.460	1.234	0.398
1993	67.521	29.408	7.046	4.444	0.002	24.955	1.216	0.451
1994	66.240	29.389	7.377	4.223	0.002	23.421	1.411	0.417
1995	67.653	29.301	7.287	4.216	0.005	24.723	1.644	0.477
1996	67.628	29.218	7.327	4.240	0.008	24.712	1.642	0.481
1997	66.717	28.374	7.221	4.160	0.010	24.732	1.723	0.496
1998	66.683	27.847	7.359	4.107	0.023	24.929	1.902	0.516
1999	67.473	27.813	7.350	4.092	0.027	25.675	1.956	0.560
2000	67.160	27.062	7.167	4.059	0.042	26.106	2.144	0.579
2001	66.708	27.324	7.250	4.133	0.060	25.467	1.833	0.641
2002	64.606	26.259	7.071	4.050	0.086	24.591	1.903	0.645
2003	63.677	25.860	7.095	4.050	0.101	24.182	1.756	0.633
2004	63.612	25.135	6.876	3.969	0.130	25.067	1.763	0.672
2005	63.046	24.922	6.874	4.011	0.348	24.613	1.681	0.598
2006	62.121	24.324	6.667	3.963	0.474	24.426	1.615	0.654
2007	61.506	24.297	6.637	4.003	0.622	23.565	1.740	0.641
2008	63.802	24.756	6.629	4.017	0.704	25.249	1.799	0.648
2009	63.100	24.829	6.614	4.037	0.864	24.211	1.750	0.795
2010	62.260	24.646	6.358	3.960	1.048	23.962	1.698	0.587
2011	63.847	24.342	6.263	3.908	1.261	25.481	1.842	0.750
2012	63.398	24.339	6.297	3.881	1.292	25.056	1.907	0.625
2013	64.243	24.713	6.344	3.912	1.344	25.279	1.956	0.695

[a] N_2O from manure management includes indirect N_2O emissions due to deposition of NH_3-N and NO-N emitted from housing and storage

Total emissions of methane (CH_4) and laughing gas (N_2O) from German agriculture (including the anaerobic digestion of energy plants) decreased from about 77.9 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ in 1990 to about 64.2 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ in 2013 (-17.5 %). The emission reduction is a consequence of the following emission changes of partial sources:

- decrease of 9.939 Tg CO_{2eq} (-28,7 %) as CH_4 from enteric fermentation,
- decrease of 2.932 Tg CO_{2eq} (-22,2 %) as CH_4 and N_2O from manure management,
- increase of 1,344 Tg CO_{2eq} as CH_4 and N_2O from anaerobic digestion of energy plants (digester and storage of digestates),
- decrease of 3.014 Tg CO_{2eq} (-10,7 %) as N_2O from agricultural soils,
- increase of 0.680 Tg CO_{2eq} (+53,2 %) as CO_2 from liming (agriculture and forest),
- increase of 0.215 Tg CO_{2eq} (+44,9 %) as CO_2 from application of urea.

In 2013 the percentage of greenhouse gas emissions (in CO_2 equivalents) from German agriculture caused by soils (N_2O) amounted to 39.3 %, while the percentage of CH_4 emissions from enteric fermentation was 38.5 % (1990: 36.3 % and 44.5 % respectively). The remaining 22.2 % (1990: 19.2 %) are caused by manure management (16.0 %; CH_4 + N_2O) with the ratio of CH_4 to N_2O of about 1.6 to 1.8 (in CO_2 equivalents), digestion of energy plants (2,1 %: CH_4 + N_2O from digester and storage of digestates) and liming and application of urea (CO_2, in total 4,1 %).

In 2013 the GHG emissions from the emission sector "Agriculture" were 0.845 Gg $CO_{2\text{-eq}}$ higher than in 2011 (+1.3 %). This increase is a consequence of increases in emission from all partial sources: Enteric fermentation +1,5 %, manure management + 0,8 %, digestion of energy plants +4,0 %, soils + 0,9 %, liming + 2,6 %, application of urea +11,2 %.

Figure 2.2 shows the decrease of the N_2O emissions from manure management and of the CH_4 emissions from enteric fermentation and manure management since 1990. In 2013 the CH_4 emissions were lower than in 1990 by 27.3 %, the N_2O emissions are lower by 23.5 %.

Die Gesamtemissionen von Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) aus der deutschen Landwirtschaft (einschließlich der Vergärung von Energiepflanzen) sanken von rund 77,9 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ im Jahr 1990 auf rund 64,2 Tg $CO_{2\text{-eq}}$ im Jahr 2013 (-17,5 %). Dieser Trend ergab sich wie folgt aus Veränderungen der Teilquellen-Emissionen:

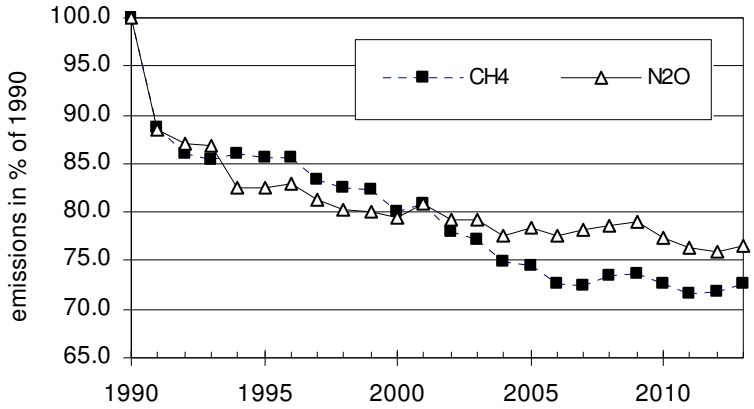
- Abnahme um 9,939 Tg CO_{2eq} (-28,7 %) als CH_4 aus der Verdauung,
- Abnahme um 2,932 Tg CO_{2eq} (-22,2 %) als CH_4 und N_2O aus dem Wirtschaftsdüngermanagement,
- Zunahme um 1,344 Tg CO_{2eq} als CH_4 und N_2O aus der Vergärung von Energiepflanzen (Fermenter, Gärrestlager),
- Abnahme um 3,014 Tg CO_{2eq} (-10,7 %) als N_2O aus landwirtschaftlich genutzten Böden,
- Zunahme um 0,680 Tg CO_{2eq} (+53,2 %) als CO_2 aus Kalkung (Landwirtsch und Forst),
- Zunahme um 0,215 Tg CO_{2eq} (+44,9 %) als CO_2 aus Harnstoffanwendung.

Im Jahr 2013 betrug der Anteil des N_2O aus Böden an den Treibhausgas-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft in CO_{2eq} 39,3 %, während der Anteil von CH_4 aus der tierischen Verdauung bei 38,5 % lag (1990: 36,3 % bzw. 44,5 %). Die restlichen 22,2 % (1990: 19,2 %) entfielen auf Wirtschaftsdünger-Management (16,0 %: CH_4 + N_2O, bei einem Verhältnis von CH_4 zu N_2O in CO_2-Äquivalenten von ca. 1,6 : 1 bis 1,8 : 1), Vergärung von Energiepflanzen (2,1 %: CH_4 + N_2O aus Fermenter und Gärrestlager) sowie Kalkung und Harnstoffanwendung (CO_2, zusammen 4,1 %).

2013 lagen die THG-Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft um 0,845 Gg CO_{2eq} über denen von 2012 (+1,3 %). Dieser Anstieg beruht auf Anstiegen in allen Teilquellenbereichen: Verdauung +1,5 %, Wirtschaftsdünger-Management + 0,8 %, Vergärung von Energiepflanzen +4,0 %, Böden + 0,9 %, Kalkung + 2,6 %, Harnstoffanwendung +11,2 %.

Figure 2.2 zeigt die Abnahme der N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management und der CH_4-Emissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdünger-Management seit 1990. Die CH_4-Emissionen lagen 2013 um 27,3 % niedriger als 1990, die N_2O-Emissionen um 23,5 %.

Figure 2.2: Development of CH_4 und N_2O emissions from animal husbandry in % of 1990, Submission 2015 (enteric fermentation and manure management)



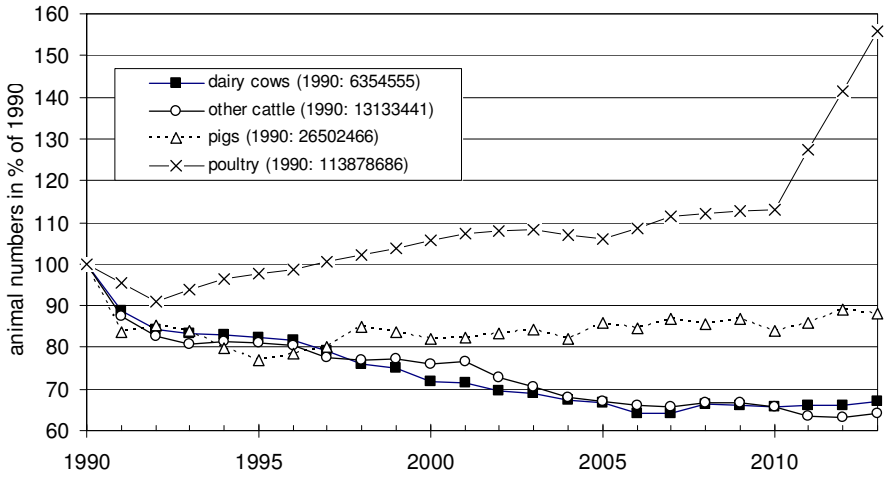
The decrease of CH_4 und N_2O emissions in Figure 2.2 is partly due to the decrease of animal numbers of dairy cows and other cattle between 1990 and 2005, see Figure 2.3. Cattle and pigs are (almost constant over the years since 1990) responsible for about 94 to 95 % of total CH_4 und N_2O emissions from animal husbandry (2013: dairy cows ca. 50.5 %; other cattle ca. 33.5 %; pigs ca. 10.4 %). The continued decrease of the numbers of dairy cows and other cattle as well as the increase of pig numbers after 1995 is obvious. The marked increase of pig numbers from 2010 to 2012 is partly due to the fact that the Federal Statistical Agency modified the survey regulations as of 2011 in order to include pigs from companies without agricultural land. In a similar way the official counting of poultry has been modified as of 2013, leading to drastically higher poultry numbers than in 2010. Nevertheless, emission contributions by poultry are only a small share of total emissons from animal husbandry. (Poultry numbers in 2011 and 2012 are interpolated due to lack of official data.)

An overview of the animal numbers covering all categories relevant to emission reporting can be found in Table 3.10, Chapter 3.4.2.

Die Abnahme der CH_4- und N_2O-Emissionen in Figure 2.2 ist zum Teil auf die Abnahme der Tierzahlen bei Milchkühen und übrigen Rindern bis ca. 2005 zurück zu führen, siehe Figure 2.3. Rinder und Schweine verursachen über die Jahre weitgehend konstant 94 bis 95 % der Gesamtemissionen an CH_4 und N_2O aus der Tierhaltung (Milchkühe 2013 50,5 %, übrige Rinder 33,5 %, Schweine 10,4 %). Deutlich zu erkennen sind der abnehmende Trend bei Milchkühen und übrigen Rindern, sowie der Wiederanstieg bei den Schweinen ab 1995. Der Anstieg der Schweinezahlen von 2010 zu 2012 geht zum Teil darauf zurück, dass das Statistische Bundesamt bis 2010 nicht erfasste landlose Mastbetrieben in die Erfassung ab 2011 einbezogen hat. In ähnlicher Weise führte die veränderte Erhebung der Geflügelzahlen 2013 zu drastisch höheren Werten als 2010. Dennoch trägt diese Tierkategorie nur in geringem Maße zu den CH_4- und N_2O-Emissionen aus der Tierhaltung bei. (Die Geflügelzahlen 2011 und 2012 sind mangels offizieller Daten linear interpoliert).

Zu den Tierzahlen aller in der Berichterstattung berücksichtigten Tierkategorien siehe Table 3.10 in Kapitel 3.4.2.

Figure 2.3: Development of animal numbers in % of 1990, Submission 2015



An additional reason for the decrease of the CH_4 and N_2O emissions since 1990 is the increasing impact of the anaerobic digestion of slurry and the partly gastight storage of the residues especially since 2004 (see chapter 3.3.4.4). Table 2.2 and Table 2.3 show the amounts of CH_4 and N_2O not emitted due to anaerobic digestion of slurry and partly gastight residue storage. These tables also give the percentages of these amounts in relation to the total emissions from manure management to be obtained in the absence of anerobic digestion. It can be seen that N_2O emissions are enhanced up to 2007, which is due to low frequencies of gas tight storage of digestates.

Ein weiterer Grund für den Rückgang der CH_4- und N_2O-Emissionen seit 1990 liegt in der insbesondere ab 2004 zunehmenden Bedeutung der anaeroben Vergärung von Gülle und der teilweise gasdichten Lagerung der Gärreste (siehe Kapitel 3.3.4.4). Table 2.2 und Table 2.3 zeigen die durch Güllevergärung eingesparten CH_4- und N_2O-Emissionen sowie das Verhältnis der Minderung zu der sich ohne Güllevergärung ergebenden Gesamtemission aus dem Wirtschaftsdünger-Management aller im Inventar berücksichtigten Nutztiere. Bei N_2O zeigen sich dabei bis 2007 Emissionserhöhungen. Sie sind auf die bis dahin noch geringe Verbreitung der Abdeckung von Gärrestelagern zurückzuführen.

Table 2.2: Total national reduction of CH_4 emissions from manure management due to anaerobic digestion of slurry (also in percent of the total CH_4 emissions from manure management to be obtained without anaerobic digestion), Submission 2015

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gg a^{-1}	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.10	0.17	0.22	0.49	0.56
%	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.06	0.07	0.17	0.19
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Gg a^{-1}	0.89	1.26	1.83	2.18	2.84	6.50	9.50	13.48	16.42	20.43
%	0.31	0.43	0.64	0.76	1.02	2.31	3.44	4.83	5.83	7.17
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
Gg a^{-1}	25.91	31.67	35.65	36.22						
%	9.2	11.2	12.4	12.5						

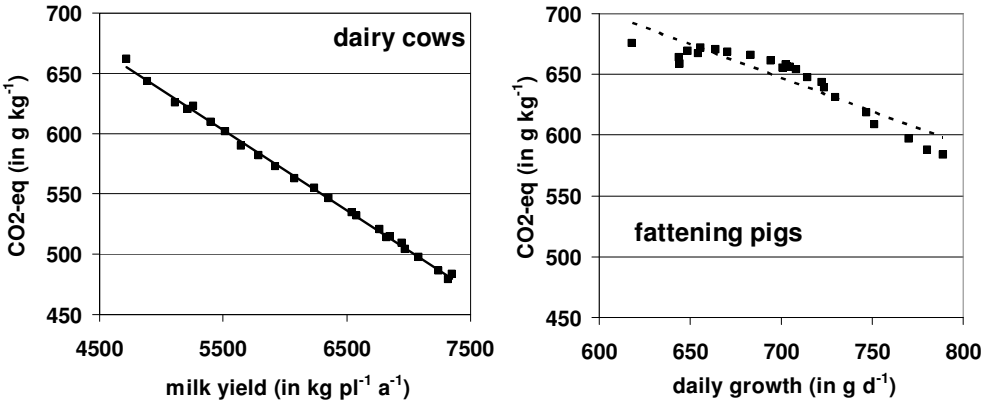
Table 2.3: Total national reduction of direct N_2O emissions from manure management due to anaerobic digestion of slurry (also in percent of total direct N_2O emissions from manure management to be obtained without anaerobic digestion; negative data: increased emissions) , Submission 2015

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gg a^{-1}	-0.10	-0.09	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
%	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Gg a^{-1}	-0.068	-0.070	-0.069	-0.069	-0.068	-0.084	-0.063	-0.035	0.005	0.059
%	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.3	0.0	0.6
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
Gg a^{-1}	0.142	0.245	0.435	0.430						
%	1.4	2.5	4.4	4.3						

The emission reducing effect of decreasing animal numbers for cattle and of the digestion of animal manures is partly compensated by constantly improving animal performance. Figure 2.4 shows the development of GHG emissions from enteric fermentation and manure management (housing and storage) for dairy cows and fattening pigs as related to performance data (dairy cows: milk yield per place and year; fattening pigs: daily weight gain per animal) using the emission data of each single year since 1990.

Die emissionsmindernde Wirkung der zurückgehender Tierzahlen bei den Rindern und der Vergärung von Wirtschaftsdünger zum Teil durch beständige Leistungssteigerungen kompensiert. Figure 2.4 zeigt für Milchkühe und Mastschweine unter Verwendung der Emissionswerte der einzelnen Jahre seit 1990 die Treibhausgasemissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager) als Funktion der Leistung (bei Milchkühen: jährliche Milchleistung pro Tierplatz; bei Mastschweinen: täglicher Gewichtszuwachs pro Tier).

Figure 2.4: Total performance-related GHG emissions from enteric fermentation and manure management (housing, storage) for dairy cows (per kg of milk) and fattening pigs (per kg of total growth), Submission 2015 (GWP_{CH4} = 25, GWP_{N2O} = 298)



For dairy cows, the emissions per unit of product (kg milk) have decreased steadily due to the increase in milk yields. However, the reduction is not proportional to the increase in milk yields, as the energy requirements for maintenance (about 40 % of the total energy requirements) are not related to milk yields and (as a rule) almost constant.

In principle, a similar picture can be obtained for GHG emissions from pig production as related to animal performance. However, for pigs the trend is less pronounced and not as linear as for dairy cows.

Bei den Milchkühen führen beständig zunehmende Milchleistungen zu einer Abnahme der Emissionen pro kg Milch. Die Abnahme ist jedoch nicht proportional. Dies liegt daran, dass der Erhaltungsenergiebedarf (ca. 40 % des Gesamtenergiebedarfs einer Milchkuh) von der Milchleistung unabhängig ist und sich daher bei der Steigerung der Milchleistung i. d. R. nicht verändert.

Ein prinzipiell ähnliches Bild ergibt sich bei den leistungsbezogenen Treibhausgasemissionen aus der Mastschweinehaltung, wenn auch nicht so linear wie bei den Milchkühen und in geringerem Ausmaß.

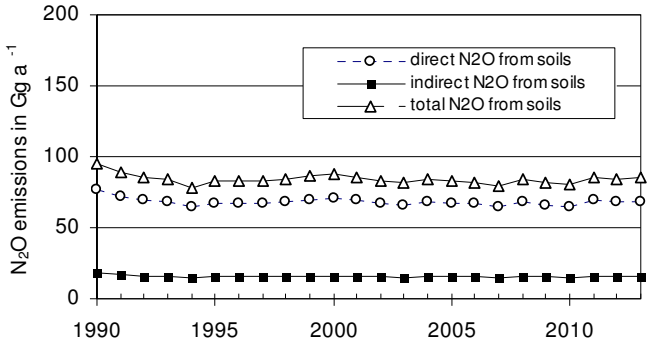
As can be seen in Figure 2.1, the interannual fluctuations of total CH_4 und N_2O emissions are to a large extent due to fluctuations of the N_2O emissions from agricultural soils.

The time series of the total of the N_2O emissions from agricultural soils (i.e. the sum of direct and indirect emissions) is provided in Figure 2.5. Direct emissions comprise emissions resulting from the application of animal manures, mineral fertilizers, digestates (from digestion of animal manures and energy plants) and sewage sludge, as well as emissions caused by grazing, cultivation of organic soils, and degradation of crop residues. Indirect emissions originate from the (atmospheric) deposition of reactive N species (NH_4 and NO_3 resulting from NH_3 and NO emissions in agriculture) as well as from nitrogen leaching and run-off into surface waters.

Die in Figure 2.1 zu erkennenden interannuellen Schwankungen der CH_4- und N_2O-Gesamtemissionen gehen zu einem großen Teil auf die Schwankungen der N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden zurück.

Figure 2.5 zeigt die N_2O-Gesamtemissionen aus landwirtschaftlichen Böden, die sich aus direkten und indirekten Emissionen zusammensetzt. Direkte Emissionen sind die Emissionen infolge der Ausbringung von Wirtschafts- und Mineraldünger, Gärresten (aus der Vergärung von Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen) und Klärschlämmen sowie aufgrund von Weidegang, Bewirtschaftung organischer Böden und Zersetzung von Ernterückständen. Indirekte N_2O-Emissionen resultieren aus der atmosphärischen Deposition von reaktivem Stickstoff (NH_4 und NO_3 als Reaktionsprodukten von landwirtschaftlichen NH_3- und NO-Emissionen) sowie aus Stickstoff-Auswaschung und -Oberflächenabfluss.

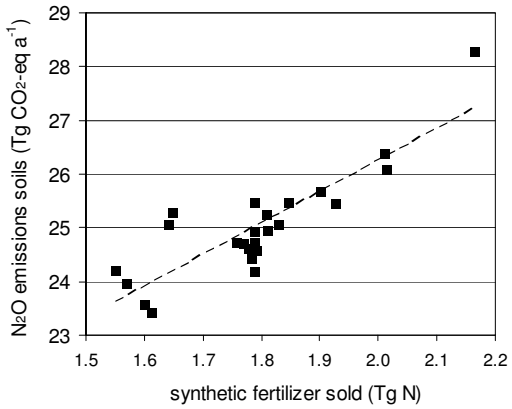
Figure 2.5: N_2O emissions from agricultural soils (in Gg a^{-1} N_2O), Submission 2015



For the most part, variations in time of the N_2O emissions from agricultural soils originate from variations in mineral fertilizer consumption. This is illustrated in Figure 2.6 (using the data of the time series 1990 – 2013).

Die zeitlichen Schwankungen der N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden gehen zu einem großen Teil auf die Schwankungen in der Mineraldüngeranwendung zurück, wie Figure 2.6 anhand der Daten seit 1990 bis 2013 zeigt.

Figure 2.6: Total of annual N_2O emissions (direct and indirect) from agricultural soils vs annual amounts of mineral fertilizer N for the years 1990 to 2013 (Submission 2015)



2.2 NH3 emissions / NH3-Emissionen

Figure 2.7 shows the Submission 2015 time series of the NH_3 emissions from German agriculture for the years 1990 to 2013 as well as the results for the projection year 2020. Projection 2020 was calculated based on the data provided in Chapter 3.3.7. According to the requiremnets of emission reporting the source "grazing" the NH_3 emissions originating from grazing are not included in the emissions provided for the various animal categories but are combined and presented as a separate emission source.

Figure 2.7 also shows the national emission ceiling of 550 Gg per year. This value is prescribed for Germany for the years from 2010 onwards by the NEC Directive (2001/81/EC) of the European Parliament of 23 October 2001. Obviously, the national emission ceiling is considerably exceeded alone by agriculture, see also Chapter 2.3.

As can be seen, there is a marked decrease of the NH3 emissions from German agriculture in the years immediately after the German unification 1990/1991. For the subsequent years no substantial trend is discern-

Figure 2.7 zeigt für die Submission 2015 den zeitlichen Verlauf der NH_3-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft für die Jahre 1990 – 2013 sowie die Projektion für das Jahr 2020. Die Projektion für 2020 wurde auf Grundlage der Vorgaben in Kapitel 3.3.7 erstellt. Die beim Weidegang entstehenden NH_3-Emissionen sind gemäß den Anforderungen an die Emissionsberichterstattung nicht in den Emissionen der Tierkategorien enthalten, sondern zusammengefasst in der Rubrik „grazing" (Weidegang).

Figure 2.7 zeigt ebenfalls die durch die aktuelle NEC-Richtlinie (Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments vom 23. Oktober 2001) für die deutschen Gesamt-NH_3-Emissionen ab 2010 vorgegebene Obergrenze von jährlich 550 Gg. Dieser Betrag wird allein durch die Landwirtschaft deutlich überschritten, siehe dazu auch Kapitel 2.3.

Es wird deutlich, dass die NH3-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft unmittelbar nach der deutschen Wiedervereinigung von 1990 zu 1991 deutlich gesunken sind. In den Jahren danach ist ein kein wesent-

ible. For 2020 a considerable increase is anticipated.

The time series of total NH3 emissions is a result of counteracting processes. One of the important governing quantities is the animal number (see Figure 2.3). Under unchanged agricultural conditions, increasing animal numbers inevitably lead to increased emissions.

The continuing increase of animal performance leads to increasing total emissions. As an example, Figure 2.8 shows the development of emissions from dairy cattle husbandry where increasing milk yields even overcompensates decreasing animal numbers. (The impact of increased performance on product-related emissions is dealt with farther below.)

licher Trend mehr zu erkennen. Für 2020 wird eine deutliche Zunahme prognostiziert.

Die Zeitreihe der Gesamt-NH3-Emissionen ist ein Ergebnis gegenläufiger Effekte. Eine wichtige Einflussgröße ist die Tierzahl (Figure 2.3). Unter sonst unveränderten Bedingungen führen steigende Tierzahlen immer zu einer Zunahme der Emissionen.

Eine emissionserhöhende Wirkung geht vom beständigen Anstieg der tierischen Leistung aus. So kompensiert z. B. die Steigerung der jährlichen Milchleistung sogar abnehmende Anzahlen an Milchkühen, siehe Figure 2.8. (Zur Auswirkung von Leistungssteigerungen auf die produktbezogenen Emissionen siehe weiter unten.)

Figure 2.7: Annual NH_3 emissions from German agriculture and projections for 2020 (Submission 2015)

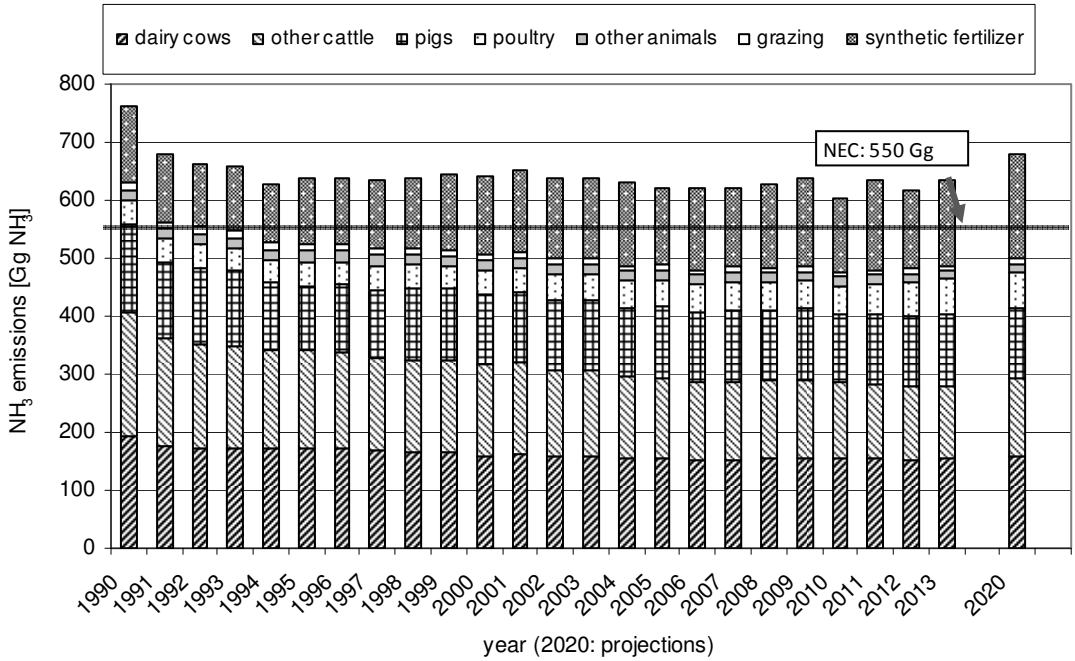
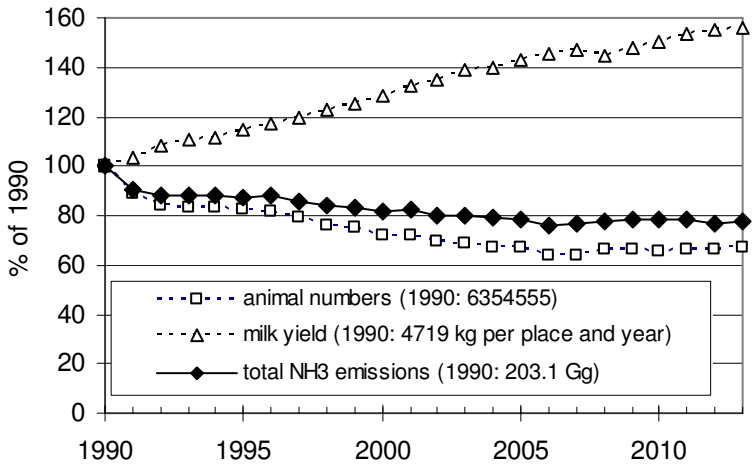


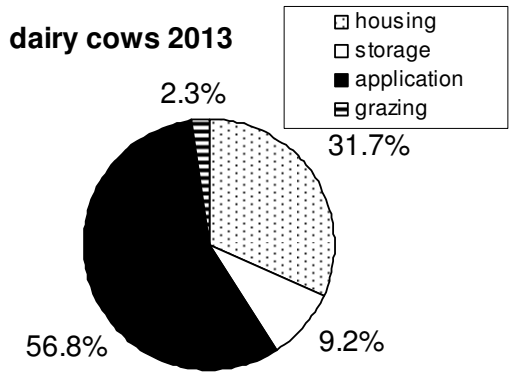
Figure 2.8: Development of dairy cattle numbers, milk yields and NH_3 from dairy cattle husbandry (including grazing), Submission 2015

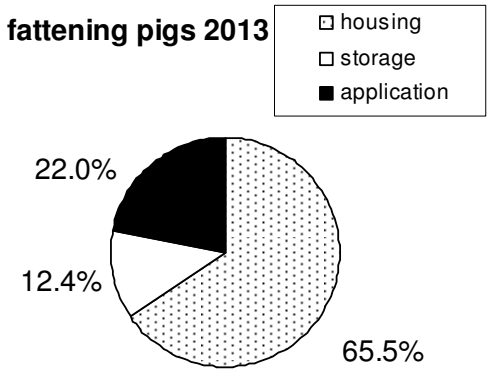


For the main emission sources within the animal categories „cattle“ and „pigs“, i. e. for dairy cows and fattening pigs, Figure 2.9 shows for the example year 2013 the calculated percentages of NH_3 emissions originating from housing, storage and manure application (as well as grazing for dairy cows). It is obvious that for dairy cows the emissions from manure application are predominant, while for fattening pigs the major share of the emissions are originating from housing.

Für die Hauptquellen im Bereich Rinder und Schweine, d. h. Milchkühe und Mastschweine, verdeutlicht Figure 2.9 exemplarisch für 2013 die berechnete prozentuale Verteilung der NH_3-Emissionen aus Stall, Lager und Wirtschaftsdünger-Ausbringung (sowie Weidegang bei den Milchkühen). Es wird deutlich, dass bei Milchkühen die Emissonen aus der Wirtschaftsdünger-Ausbringung überwiegen, während dies bei den Mastschweinen für den Stallbereich gilt.

Figure 2.9: Dairy cows and fattening pigs (Submission 2015): Percentages of NH_3 emissions originating from housing, storage, manure application and grazing in 2013 (no free range husbandry for pigs)

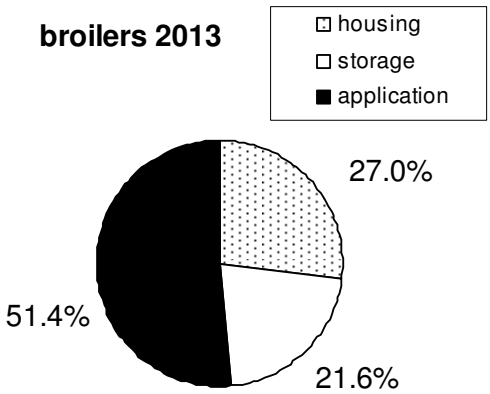




In a similar way, Figure 2.10 shows for broilers the calculated percentages of NH_3 emissions from housing, storage and manure application. Half the total emissions are caused by spreading, while slightly more than q quarter originates from housing.

Figure 2.10 zeigt in gleicher Weise für Masthähnchen und -hühnchen die berechnete prozentuale Verteilung der NH_3-Emissionen aus Stall, Lager und Wirtschaftsdünger-Ausbringung. Die Hälfte der Gesamtemission resultiert dabei aus der Ausbringung, während etwas mehr als ein Viertel dem Stall zuzuordnen ist.

Figure 2.10: Broilers (Submission 2015): Percentages of NH_3 emissions originating from housing, storage, manure application and grazing in 2013



The emissions described above also comprise the (relatively small) effect of anaerobic digestion of animal manures. Table 2.4 shows for the years 1990 to 2013 the absolute changes as well as the pertaining percentages of the digestion-caused emissions. The temporal development of the time series is a consequence of partly counteracting effects, see Chapter 3.3.4.4.3.

Die vorstehend beschriebenen Emissionen beinhalten auch die (vergleichsweise geringe) Auswirkung der Vergärung von Wirtschaftsdünger. Table 2.4 zeigt für die Jahre 1990 bis 2013 die absolute sowie die prozentuale Veränderung der Emissionen durch die Vergärung. Die zeitliche Entwicklung ist eine Folge von z. T. gegenläufigen Einflüssen, siehe Kapitel 3.3.4.4.3.

Table 2.4: Modification of total NH_3 emissions from manure management due to anaerobic digestion of manure (also in percent of the total NH_3 emissions from manure management to be obtained without anaerobic digestion, negative values: increase of emissions), Submission 2015

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gg a^{-1}	0.014	0.022	0.026	0.030	0.025	0.037	0.041	0.040	0.019	0.014
%	0.002	0.004	0.005	0.005	0.005	0.007	0.008	0.008	0.004	0.003
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Gg a-1	-0.013	-0.044	-0.094	-0.13	-0.20	-0.40	-0.78	-1.11	-1.32	-1.71
%	-0.003	-0.009	-0.019	-0.026	-0.04	-0.08	-0.16	-0.23	-0.27	-0.35
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
Gg a^{-1}	-2.21	-2.55	-1.50	-1.39						
%	-0.47	-0.54	-0.31	-0.29						

While total emissions are increased by increasing animal performance (see above), the opposite is true for product-related emissions. Ammonia emissions as related to unit of product (dairy cows: milk yield per place and year; fattening pigs: total weight gain per place and year) are visualized for the period from 1990 to 2013 in Figure 2.11. They comprise emissions from housing, storage and application of manures, as well as grazing for dairy cows.

For dairy cows, the steady increase of milk yields has resulted in reductions of emissions related per kg milk produced. However, the reduction is not proportional to the increase in milk yields, as the energy requirements for maintenance (about 40 % of the total energy requirements) are not related to milk yields and (as a rule) almost constant. In addition the emissions are also affected by from-year-to-year changes of frequencies of housing types, storage types and landspreading conditions (see Chapter 3.4.3).

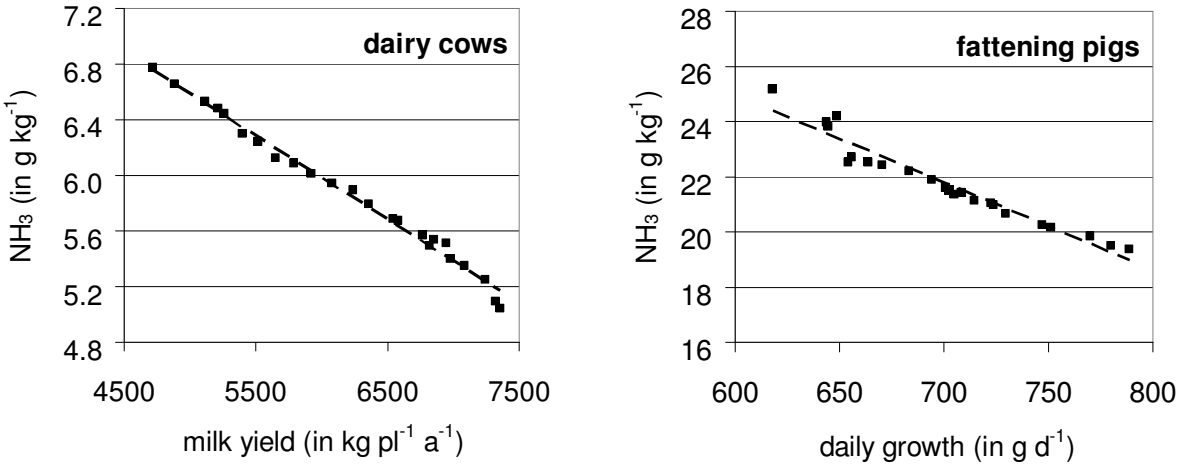
A similar picture can be obtained for NH_3 emissions from pig production as related to animal performance. Here, trends are less distinct, as energy requirements for maintenance (in contrast to dairy cows) are related to anmal performance and increase with increasing weight gains. Increased N intake with feeds is compensated by increased N retention. Hence, N excretion rates and as a consequence, NH_3 emission rates, increase at a somewhat slower rate than weight gain rates. Like for dairy cows the emissions are also affected by from-year-to-year changes of frequencies of housing types, storage types and landspreading conditions (see Chapter 3.4.3). An additional effect is caused by the increasingly used phase feeding, which leeds to reduced N inputs in pig fattening. This effect is modelled in the inventory from 1990 onwards.

Während die Gesamtemissionen durch die Leistungsteigerung zunehmen (siehe weiter oben), gilt das Gegenteil für die produktbezogenen Emissionen. Figure 2.11 zeigt für Milchkühe und Mastschweine für die Jahre 1990 bis 2013 die aus der Tierhaltung (bei Milchkühen incl. Weidegang) entstandenen Ammoniakemissionen als Funktion der Leistung (bei Milchkühen: jährliche Milchleistung pro Tierplatz; bei Mastschweinen: jährlicher Gesamtgewichtszuwachs pro Tierplatz).

Bei den Milchkühen führen beständig zunehmende Michleistungen zu einer Abnahme der Emissionen pro kg Milch. Die Abnahme ist jedoch nicht proportional. Dies liegt zum Einen daran, dass der Erhaltungsenergiebedarf, der ca. 40 % des Gesamtenergiebedarfs einer Milchkuh ausmacht, von der Milchleistung unabhängig ist und daher bei der Steigerung der Milchleistung i. d. R. nicht mit ansteigt. Zum Anderen wirken sich die mit den Jahren erfolgten Änderungen der Haltungs-, Lager- und Ausbringungsbedingungen (siehe Kapitel 3.4.3) aus.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei den leistungsbezogenen NH_3-Emissionen aus der Mastschweinehaltung, auch wenn anders als bei der Milchkuh der Erhaltungsenergiebedarf nicht leistungsunabhängig ist, sondern mit größer werdendem Zuwachs ansteigt. Der damit ansteigenden N-Aufnahme mit dem Futter steht allerdings eine ebenfalls ansteigende erhöhte N-Retention gegenüber, so dass die N-Ausscheidung und damit die NH_3-Emission insgesamt langsamer ansteigt als der Gewichtszuwachs. Wie bei den Milchkühen wirken sich auch hier zusätzlich die seit 1990 erfolgten Änderungen der Haltungs-, Lager- und Ausbringungsbedingungen (siehe Kapitel 3.4.3) aus. Ein zusätzlicher Effekt geht von der zunehmenden Verbreitung der Phasenfütterung aus, durch die der N-Input in der Schweinemast im Inventar ab 1990 allmählich abnehmend modelliert wurde.

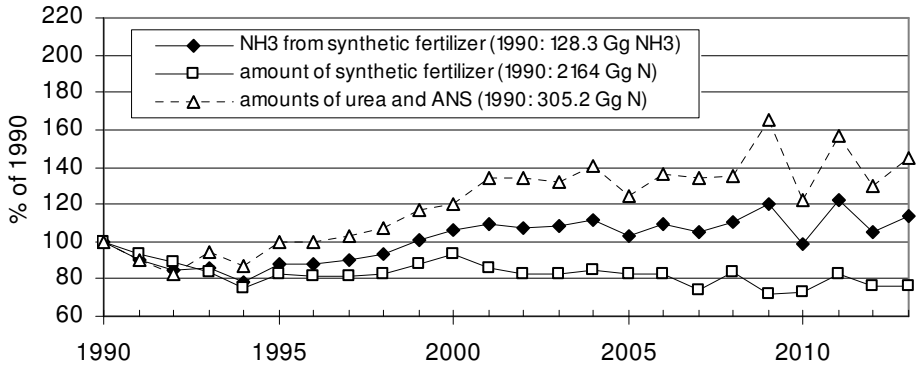
Figure 2.11: Dairy cows and fattening pigs: Performance-related total NH_3 emissions from animal husbandry (inluding grazing for dairy cows) (for dairy cows per kg milk, for fattening pigs per g of daily growth), Submission 2015



NH_3 emissions from the application of mineral fertilizers are dominated by the application of urea and ANS. Figure 2.12 shows (in relation to 1990) the time series of the calculated NH_3 emissions from the application of mineral fertilizers, the total amount of mineral fertilizer N applied and the amount of N in urea and ANS applied. The obvious correlation between the amount of urea and ANS applied and the NH_3 emissions from the total application of mineral fertilizers is caused by the fact that the emission factors of urea and ANS remarkably exceed those of other fertilizers.

Die NH_3-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung sind maßgeblich durch die Anwendung von Harnstoff und AHL geprägt. Figure 2.12 zeigt relativ zu 1990 die zeitlichen Verläufe der berechneten NH_3-Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung, der Mineraldüngeranwendung insgesamt (N-Menge) und der in der Mineraldünger-Stickstoffmenge enthaltenen Summe von Harnstoff-N und AHL-N. Die deutliche Abhängigkeit der NH_3-Emissionen von der Menge an Harnstoff und AHL ist eine unmittelbare Folge der im Vergleich zu den übrigen Düngern erheblich größeren Emissionsfaktoren für Harnstoff und AHL.

Figure 2.12: Application of mineral fertilizer N (amounts sold), amounts of N in urea and ANS applied, and the NH_3 emissions from the total application of mineral fertilizers (Submission 2015)



2.3 Comparison with submission 2014 / Vergleich mit Submission 2014

This Chapter describes the most important differences between the emissions calculated for the 2014 and 2015 submissions, respectively.

Underlaying changes of the inventory model and the input data and their effect on the emissions as compared to the 2014 submission are listed in Chapter 3.5.2.

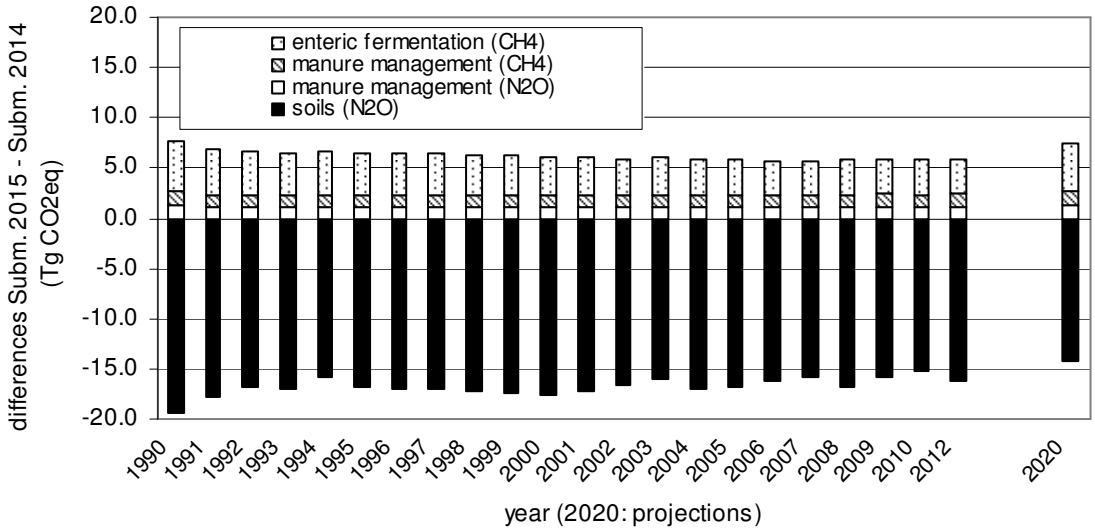
Figure 2.13 and Figure 2.14 illustrate the differences between the CH_4, N_2O and NH_3 emission results of the current Submission 2015 and the previous submission (Submission 2014, HAENEL et al., 2014).

Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten Unterschiede zwischen den Emissionsergebnissen der Submissionen 2014 und 2015.

Eine Liste der zugrunde liegenden Änderungen an Inventarmodell und Eingangsdaten gegenüber Submission 2014 findet sich in Kapitel 3.5.2.

Figure 2.13 and Figure 2.14 illustrieren die Unterschiede zwischen den CH_4-, N_2O- und NH_3-Emissionsergebnissen der vorliegenden Submission 2015 und der Vorjahresberichterstattung (Submission 2014, HAENEL et al., 2014).

Figure 2.13: Differences of THG emissions between Submission 2015 and Submission 2014



The increase of CH_4 emissions from enteric fermentation (in CO_{2eq} units) is mainly due to the increased CH_4 GWP (Submission 2014: 21; present Submission 2015: 25). The increase of the GWP also affected the CH_4 emissions from manure management that, however, are also increased by updated input data and the omission of vacancy times in the emission calculation schemes (see Chapter 3.5.2). These modifications also increased the N_2O emissions from manure management, somewhat enhanced by taking into account, for the first time, the indirect N_2O emissions caused by deposition of NH_3 and NO from manure management (housing and storage). In last year's submission (Submission 2014) these indirect N_2O emissions were still part of the sector "N_2O emissions from agriculturel soils". The decrease of the N_2O GWP (Submission 2014: 310; present Submission 2015: 298) could not compensate the increase of N_2O emissions from manure management.

Die Zunahme der CH_4-Emissionen aus der Verdauung in CO_{2eq}-Einheiten resultiert im Wesentlichen aus der Anhebung des CH_4-GWP (Submission 2014: 21; aktuelle Submission 2015: 25). Die GWP-Anhebung wirkte sich auch auf die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management aus, wobei die Erhöhung aber auch durch die Aktualisierung von Eingangsdaten und den Wegfall der Berücksichtigung von Leerstandszeiten verursacht wurde (siehe Kapitel 3.5.2). Diese Modifikationen führten auch bei N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management zu einer Erhöhung der Emissionen, geringfügig vertärkt noch durch die Hinzunahme der durch NH_3 und NO aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager) bedingten indirekten N_2O-Emissionen, die in Submission 2014 noch Bestandteil des Sektors „N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden" waren. Die Verringerung des N_2O-GWP (Submission 2014: 310; aktuelle Submission 2015: 298) konnte die Erhöhung der N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nicht kompensieren.

Figure 2.14: Differences of NH_3 emissions between Submission 2015 and Submission 2014

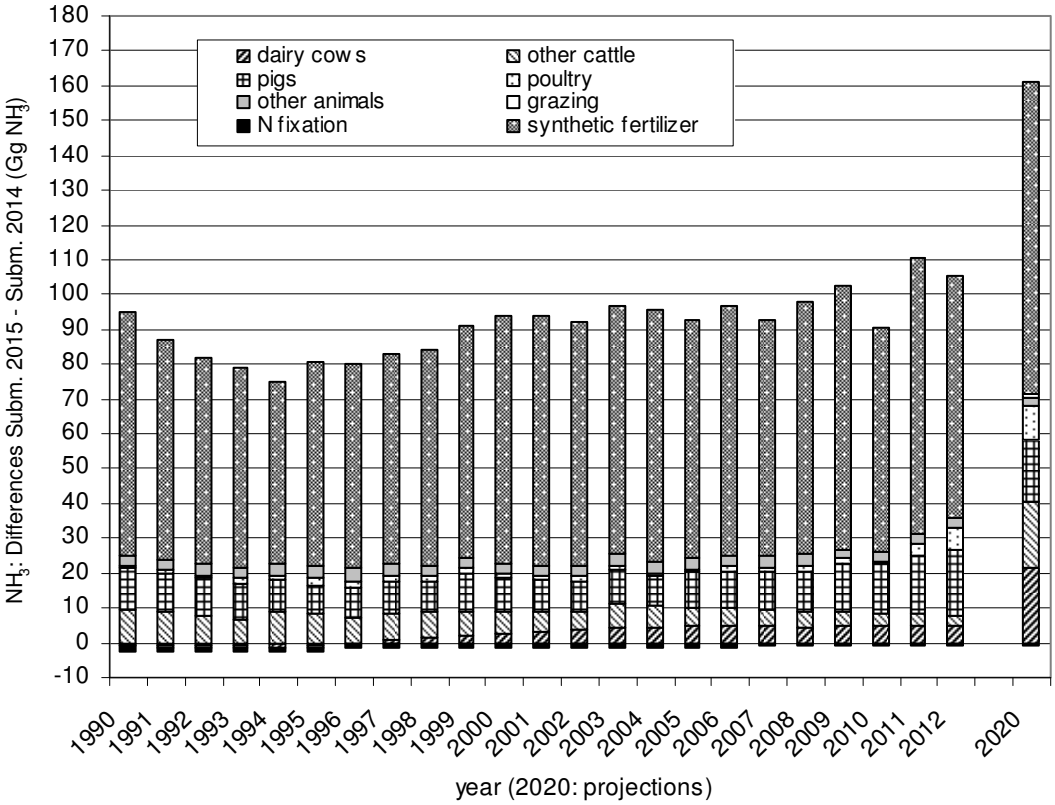


Table 2.5: Total differences of NH_3 emissions (Submission 2015 - Submission 2014)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Gg	92.4	84.5	79.6	76.8	72.8	78.5	78.4	81.5	82.8	89.5
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Gg	92.5	92.7	90.9	95.3	94.7	91.3	95.4	91.7	97.2	101.2
	2010	**2011**	**2012**							**2020**
	89.4	109.5	104.5							159.8

The changes of NH_3 emissions between Submission 2014 and Submission 2015 are, to a large extent, due to the increased emission factors for synthetic fertilizers as given by EMEP (2013), and the omission of vacancy times in the emission calculations for animal husbandry. Further influences are updated input data, the completely modified broiler model and the omission of biological N fixation.

Die Änderungen der NH_3-Emissionen zwischen den beiden Submissionen beruhen zum ganz überwiegenden Teil auf der Anhebung der Mineraldünger-Emissionsfaktoren durch EMEP (2013) und dem Wegfall der Berücksichtigung von Leerstandszeiten in der Tierhaltung. Weitere Einflüsse liegen in aktualisierten Eingangsdaten, im Übergang auf eine neues Masthähnchenmodell und im Wegfall der biologischen N-Fixierung.

2.4 Data CD / Daten-CD

As a supplement to the text volume, a CD contains an EXCEL® file, which comprises all relevant data sets and emission results of the latest submission for the years from 1990 onwards on federal-state level and on national level.

The arrangement and numbering of the tables considers

- **data categories**:
  emissions (EM),
  implied emission factors (IEF),
  activities (AC),
  additional information (AI),
  animal excretions (EXCR),
  summary (summary),
  uncertainties (UNC);
- **emission categories** sources (mostly as classified in the formerly used Selected Nomenclature for Air Pollutants, SNAP):
  emissions from agricultural soils (1001, 1006),
  methane emissions from enteric fermentation (1004),
  emissions from manure management (CH_4, NMVOC) (1005),
  emissions from manure management regarding N species (1009),
  emissions of particulate matter from manure management (TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$) (1010);
- **emissions listed in the sequence:**
  ammonia (NH_3),
  laughing gas, nitrous oxide (N_2O),
  nitric oxide (NO),
  methane (CH_4),
  non-methane volatile organic compounds (NMVOC),
  particulate matter (TSP, PM10, PM2.5),
  carbon dioxide (CO2);
- **emission sources of animal husbandry (buffalo included in cattle):**
  dairy cows,
  calves,
  heifers,
  male beef cattle,
  suckler cows,
  mature males > 2 years,
  sows,
  weaners,
  fattening pigs,
  boars,
  sheep,
  goats,
  horses (including asses and mules),
  laying hens,
  broilers,
  pullets,
  geese,
  ducks,
  turkeys;

Dem Textband liegt für die aktuelle Submission auf CD eine EXCEL®-Datei bei, die alle relevanten Datensätze und Emissionsergebnisse für die Zeit seit 1990 auf Bundesland- und auf Deutschland-Ebene enthält.

Die Ordnung und Nummerierung der Tabellen berücksichtigt

- **die Datenkategorien**:
  Emissionen (EM),
  aggregierter Emissionsfaktor (IEF),
  Aktivitäten (AC),
  zusätzliche Informationen (AI),
  tierische Ausscheidungen (EXCR),
  Zusammenfassung (Summary),
  Unsicherheiten (UNC);
- **die Emissionskategorien** (in Anlehnung an die Ordnung der früher verwendeten Selected Nomenclature for Air Pollutants, SNAP):
  Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen (1001, 1006),
  Methanemissionen aus der Verdauung (1004),
  Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (CH4, NMVOC) (1005),
  Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (N-Spezies) (1009),
  Partikel-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger--Management (TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$) (1010);
- **die Emissionen in der Reihenfolge**:
  Ammoniak (NH_3),
  Lachgas (N_2O),
  Stickstoffmonoxid (NO),
  Methan (CH_4),
  Flüchtige organische Verbindungen außer Methan (NMVOC),
  Partikel (TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$),
  Kohlenstoffdioxid (CO_2);
- **die Emissionsquellen der Tierhaltung (Büffel bei den Rindern enthalten)**:
  Milchkühe,
  Kälber,
  Färsen,
  männliche Mastrinder,
  Mutterkühe,
  männliche Rinder > 2 Jahre,
  Sauen,
  Aufzuchtferkel,
  Mastschweine,
  Eber,
  Schafe,
  Ziegen,
  Pferde (incl. Esel und Maultiere),
  Legehennen,
  Masthähnchen und –hühnchen,
  Junghennen,
  Gänse,
  Enten,
  Puten;

- **aggregation of animal groups:**
  Aggregated tables for a particular gas follow the tables for single animal categories whenever necessary. They are characterized by the symbol Σ.

The tables describing activities are ordered in the same way as the tables for emissions. However, all areas (of crops) are to be found under AC1001, all animal numbers and details of management under AC1005.

The order of tables containing implied emission factors (IEF) follows that of the tables of the respective emissions.

The tables containing additional information are ordered in the same way as the respective activities. They contain variables which are needed to calculate emissions. This list of tables is mostly restricted to data to be reported under the various conventions.

Additional Tables contain relevant data and frequency distributions of housing and storage facilities as well as application techniques (AI Tables: AI_1005FHO, AI_1005FST, AI_1005FSP) and with uncertainties of the GHG inventory and the ammonia inventory of the German agriculture (sheet „UNC“).

SI units and symbols are used throughout, see Chapter 3.1.1.

- **die Aggregation zu Tiergruppen:**
  Den Tabellen für ein Gas in einer Kategorie und für eine einzelne Tierart folgen die jeweils möglichen Aggregationen zu Tiergruppen. Sie sind durch ein Σ gekennzeichnet.

Die Tabellen der Gruppe „Aktivitäten“ folgen sinngemäß der Anordnung der Tabellen der Emissionen. Die relevanten Flächen sind allerdings zu den Blöcken AC1001 zusammengefasst, die relevanten Tierzahlen und Haltungsformen zu AC1005.

Die Tabellen der Gruppe „aggregierte Emissionsfaktoren“ (IEF) weisen die gleiche Katalogisierung auf wie die dazu gehörenden Tabellen der Emissionen.

Die Tabellen der Gruppe „Zusätzliche Informationen" orientieren sich an der Anordnung der Gruppe „Aktivitäten“ und enthalten Variablen, die zur Berechnung von Emissionen benötigt werden. Die Auflistung beschränkt sich weitestgehend auf die international zu berichtenden Daten.

Zusätzliche Tabellenblätter beinhalten emissionsrelevante Daten und Häufigkeitsverteilungen zu Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren (AI-Tabellenblätter: AI_1005FHO, AI_1005FST, AI_1005FSP) sowie Unsicherheiten des Treibhausgasinventars und des Ammoniakinventars der deutschen Landwirtschaft (Tabellenblatt „UNC“).

Es werden ausschließlich SI-Einheiten und -Symbole benutzt, siehe dazu Kapitel 3.1.1.

3 Inventory preparation / Die Inventarerstellung

The annual emission inventory for the sector "Agriculture" is preparated with the inventory model GAS-EM. Chapters 3.2 and 3.3 describe the model and the underlying methodologies. The symbols, units and definitions used for the inventory preparation are presented in Chapter 3.1. The emission calculations are performed separately for each source category using the respective input data. For the input data see Chapter 3.4. More details and special features of the source categories are described in Chapters 4 to 13. Chapter 14 deals with the uncertainties of the emission results. The preparation of the emission inventory includes quality control and assurance, see Chapter 3.5.

Das jährliche Emissionsinventar für den Sektor Landwirtschaft wird mit Hilfe des Modells GAS-EM erstellt. In den Kapiteln 3.2 und 3.3 werden das Modell und die verwendete Methodik erläutert. Die verwendeten Symbole, Einheiten und Definitionen werden in Kapitel 3.1 vorgestellt. Die Berechnung der Emissionen erfolgt getrennt nach Quellgruppen mit den entsprechenden Eingangsdaten. Zu den Eingangsdaten siehe Kapitel 3.4. Einzelheiten und Besonderheiten der Quellgruppen werden in den Kapiteln 4 bis 13 beschrieben. Kapitel 14 befasst sich mit den Unsicherheiten der Emissionsergebnisse. Zur Emissionsinventarerstellung gehört auch die Kontrolle und Sicherung der Qualität des Emissionsinventars, siehe dazu 3.5.

3.1 Symbols, units and definitions / Symbole, Einheiten und Definitionen

3.1.1 Symbols and units / Symbole und Einheiten

Table 3.1 provides a list of symbols used frequently while Table 3.2 collates the subscripts used to characterise the various source categories. Table 3.3 shows the list of German Federal States (Bundesländer) and their abbreviations.

Table 3.1 zeigt eine Auflistung häufig gebrauchter Symbole. Table 3.2 gibt die Indizes an, die zur Charakterisierung von Quellen benutzt werden. Table 3.3 zeigt eine Zusammenstellung der deutschen Bundesländer und ihrer Kürzel.

Table 3.1: List of symbols frequently used for quantities

α	time units conversion factor	Umrechnungsfaktor für Zeiteinheiten
A	area	Fläche
B_o	maximum methane producing capacity	maximale Methanbildungs-Kapazität
β	mass units conversion factor	Umrechnungsfaktor für Masseneinheiten
γ	stochiometric conversion factor of mass	Stöchiometrischer Umrechnungsfaktor für Massen
DM	dry matter	Trockensubstanz
E	emission	Emission
EF	emission factor	Emissionsfaktor
η	energy content	Energiegehalt
IEF	implied emission factor	aggregierter Emissionsfaktor
μ	molar mass	Molmasse
M	mass	Masse
N	amount of nitrogen	Stickstoffmenge
NE	net energy	Netto-Energie
NEL	net energy for lactation	Netto-Energie Laktation
T	temperature	Temperatur
TS	dry matter	Trockensubstanz
t	time span	Zeitdauer
w	Weight	(Tier-) Gewicht (Masse)
X, x	fraction	relativer Anteil

Table 3.2: List of subscripts used to identify source categories and subcategories

arable	arable land	Ackerland
bf	heifers	Färsen
bm	male beef cattle	männliche Mastrinder
bo	boars	Eber
br	broilers	Masthähnchen und –hühnchen
bu	buffalo	Büffel
ca	calves	Kälber
CR	crop residues	Ernterückstände
crop	crop, cropped area	Pflanzenbestand
dc	dairy cows	Milchkühe
dep	depositions from reactive N stemming from agriculture	Deposition von reaktivem N aus der Landwirtschaft
du	ducks	Enten
ent	enteric fermentation	Verdauung
ew	ewes	Mutterschafe
ex	excretion	Ausscheidung
fert	mineral fertilizer	Mineraldünger
fp	fattening pigs	Mastschweine
ge	geese	Gänse
go	goats	Ziegen
grass	grass land	Grünland
HC	harvested crop	geerntete Menge
ho	horses (heavy)	Pferde (Großpferde)
la	lambs	Lämmer
leach	leached and run off N	ausgewaschenes und abgeflossenes N
lh	laying hens	Legehennen
Man	manure	Wirtschaftsdünger
mm	mature males > 2 years	männliche Rinder > 2 Jahre
MM	manure management	Wirtschaftsdüngermanagement
oc	other cattle (cattle other than dairy cows)	Rinder ohne Milchkühe
os	other sheep (sheep other than lambs)	Schafe ohne Lämmer
pest	pesticides	Pflanzenschutzmittel
po	ponies and light horses	Kleinpferde und Ponys
pu	pullets	Junghennen
Sc	suckler cows	Mutterkühe
Sh	sheep	Schafe
So	sows	Sauen
ss	sewage sludge	Klärschlamm
tf	turkeys (hens)	Putenhennen
tm	turkeys (cocks)	Putenhähne
Tu	turkeys (both genders)	Puten (insgesamt)
urea	urea	Harnstoff
VS	volatile solids	„volatile solids“
we	weaners	Aufzuchtferkel

Table 3.3: Abbreviations used for the German Federal States

BB	Brandenburg	Brandenburg
BW	Baden-Württemberg	Baden-Württemberg
BY	Bavaria	Bayern
HE	Hesse	Hessen
MV	Mecklenburg-Western Pomerania	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Lower Saxony	Niedersachsen
NW	North Rhine-Westphalia	Nordrhein-Westfalen
RP	Rhineland-Palatinate	Rheinland-Pfalz
SL	Saarland	Saarland
SN	Saxony	Sachsen
ST	Saxony-Anhalt	Sachsen-Anhalt
SH	Schleswig-Holstein	Schleswig-Holstein
TH	Thuringia	Thüringen
StSt	So-called City States: Berlin, Bremen and Hamburg (sum or weighted mean of the respective city states)	Stadtstaaten: Berlin, Bremen and Hamburg (Summe oder gewichtetes Mittel der entsprechenden Stadtstaaten)

If possible SI units referred to IUPAC[7] (1993) and IUPAP[8] (1987) are used for standards, recommendations, symbols and units. Special units used in agricultural sciences and in micrometeorology are used according to Monteith (1984) and Reifsnyder et al. (1991).

a	year
d	day
h	hour
ha	hectare
kg	kilogramme
kt	kiloton
t	ton
Mg	Megagramme (= t)
Gg	Gigagramme (= kt)
Tg	Teragramme (= million t)
MJ	mega joule

Units should not be language specific. In order to simplify notation the following units are introduced:

an	animal
pl	animal place (pl = AAP, see Chapter 3.1.2.2)
eg	egg

Often units have to be explained. This explanation is given after the units, e.g. 7 kg ha^{-1} a^{-1} NH_3-N, meaning 7 (kg NH_3-N) ha^{-1} a^{-1}.

The use of unspecified fractions (such as %) is restricted to those cases where the assignment is unambiguous. In any other case the use of fractions of units (such as kg kg^{-1}, MJ MJ^{-1}) is preferred.

Wenn möglich werden SI-Einheiten und Symbole nach IUPAC[7] (1993) bzw. IUPAP[8] (1987) benutzt (PTB, 2007).Spezielle Einheiten, die in den Landwirtschaftswissenschaften und der Mikrometeorologie verwendet werden, werden wie bei Monteith (1984) und Reifsnyder et al. (1991) verwendet.

a	Jahr
d	Tag
h	Stunde
ha	Hektar
kg	Kilogramm
kt	Kilotonne
t	Tonne
Mg	Megagramm (= t)
Gg	Gigagramm (= kt)
Tg	Teragramm (= Mio. t)
MJ	Megajoule

Einheiten sollten nicht sprachspezifisch sein. Zur Erleichterung der Schreibweise werden folgende Einheiten zusätzlich eingeführt:

an	Tier
pl	Tierplatz (pl = AAP, siehe Kapitel 3.1.2.2)
eg	Ei

Die Erläuterungen zu Einheiten werden teilweise nach den Einheiten angegeben, also z. B. 7 kg ha^{-1} a^{-1} NH_3-N in der Bedeutung von 7 (kg NH_3-N) ha^{-1} a^{-1}.

Wenn die Möglichkeit besteht, dass unspezifische Angaben von Bruchteilen (wie in %) nicht eindeutig zugeordnet werden können, werden Brüche von Einheiten verwendet (etwa kg kg^{-1}, MJ MJ^{-1}).

3.1.2 Definitions / Definitionen

3.1.2.1 *Emissions and emission factors / Emissionen und Emissionsfaktoren*

Strictly spoken, the term "emission" denotes the process of transferring matter from a source into the free atmosphere (German standard VDI 2450). The fluxes of matter are denoted as

- emission rate (mass emitted per time unit), symbol used at present ***E***, or
- emission rate density (mass emitted per time unit and area), symbol used at present (also) ***E***.

To distinguish the matter emitted from the amount ***m*** of nitrogen excreted by animals (see Chapter 3.3.4.3), the mass emitted is subsequently denoted by the symbol ***M***.

Der Begriff „Emission" beschreibt nach VDI 2450 den Vorgang des Übertritts eines Stoffes in die offene Atmosphäre. Diese Stoffströme werden bezeichnet als

- Emissionsstrom (pro Zeiteinheit emittierte Masse) Symbol gegenwärtig ***E***, oder als
- Emissionsstromdichte (pro Zeit- und Flächeneinheit emittierte Masse) Symbol gegenwärtig (auch) ***E***.

Zur Unterscheidung von der durch Tiere ausgeschiedenen Stickstoffmenge ***m*** (siehe Kapitel 3.3.4.3) wird die emittierte Masse eines Stoffes nachstehend mit dem Symbol ***M*** bezeichnet.

$$E_i = \frac{\Delta M_i}{\Delta \tau} \quad \textbf{(3.1)}$$

$$E_i = \frac{1}{A} \cdot \frac{\Delta M_i}{\Delta \tau} \quad \textbf{(3.2)}$$

E_i	emission of a species i (e.g. ammonia)
$\Delta M_i/\Delta\tau$	mass of a species (e.g. ammonia) emitted per time unit
A	area

[7] IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry
[8] IUPAP: International Union of Pure and Applied Physics

Emission factors (symbol: EF) describe typical emission rates or emission rate densities of an activity at a given time in a given location or region. The unit of the emission factor is the ratio of the units describing the emission rates or the respective densities and the unit used to quantify the activity (activity rate).

Emissionsfaktoren (Symbol: EF) beschreiben die typischen Emissionsströme und Emissionsstromdichten einer Emissionsquelle zu einer gegebenen Zeit an einem gegebenen Ort. Die Einheit des Emissionsfaktors ergibt sich als Bruch aus den Einheiten von Emissionsstrom bzw. Emissionsstromdichte und der Einheit, mit der der Emittent quantifiziert wird.

$$EF = \frac{E_i}{n_i} \qquad \textbf{(3.3)}$$

EF	emission factor
E_i	emissions of a given species in a category i to be reported (e.g. “calves”)
n_i	activity (e.g. sum of animals in the category i “calves”)

The resulting implied emission factors (IEF) are the ratio of emissions to activities, and are needed when aggregated data sets are presented or when variable emission factors were used.

Als aggregierte Emissionsfaktoren (IEF) werden die Quotienten aus Emissionen und Aktivitäten bezeichnet, die bei aggregierten Datensätzen und variablen Emissionsfaktoren errechnet werden.

$$IEF = \frac{\sum E_i}{\sum n_i} \qquad \textbf{(3.4)}$$

IEF	implied emission factor
ΣE_i	sum of emissions of a given species in a category i to be reported (eg “other cattle”)
Σn_i	sum of activities (e.g. sum of animals in the category i “other cattle”)

3.1.2.2 *Animal place and animal number / Tierplatz und Tierzahl*

The inventory model GAS-EM uses a resolution in time of one year making it impossible to take into account internannual variations of animal populations. Apart from this modelling aspect, the official German statistics do not provide enough data to keep track of such innterannual variations.

Hence, it is assumed for the inventory calculations that the numbers of animals counted at a certain reference date would be counted at any other reference date in the same year. This assumption is consistent with the definition of AAP („average annual population“) in EMEP(2013), pg. 13, or IPCC(2006)-10.8, Equation 10.1. This in turn provides the basis to inteprete the animal numbers counted at a reference day as mean animal places used for production throughout the entire year (in units of “pl” in the German inventory). The emission factors of IPCC and EMEP ar adjusted to the AAp defination.

Note: In the report at hand the number of animal places is often simply addressed as number of animals.

A mean animal place (i. e. an animal place used on 365 days a year) differs from a real animal place as for a real animal place vacancy times have to be taken into account in certain cases, e g. for fattening pigs. This directly affects the calculation of annual emissions as the amounts of emission-relevant excretions are higher on a mean animal place that is occupied throughout the year, than on a real animal place where there a no excretions during vacancy times.

Das Inventarmodell GAS-EM rechnet mit der zeitlichen Auflösung von einem Jahr. Damit können Schwankungen im Tierbestand innerhalb eines Jahres nicht abgebildet werden. Abgesehen davon bietet die deutsche Offizialstatistik praktisch keine Möglichkeit, solche Schwankungen nachzuvollziehen.

Für die Inventarberechnungen wird daher davon ausgangen, dass die durch die Offizialstatistik zu einem bestimmten Stichtag erhobene Anzahl der Tiere auch an jedem anderen Tag des Jahres anzutreffen ist. Diese Annahme ist konsistent mit der AAP-Definition („average annual population“) in EMEP(2013), S. 13, bzw. IPCC(2006)-10.8, Gleichung 10.1. Damit lassen sich die an einem Stichtag im Jahr erhobenen Tierzahlen interpretieren als mittlere, das ganze Jahr über kontinuierlich zur Produktion besetzte Tierplätze (Einheit „pl“ im deutschen Inventar). Die IPCC- und EMEP-Emissionsfaktoren sind auf die AAP-Definition abgestimmt.

Anmerkung: Im vorliegenden Bericht wird die Tierplatzzahl oft auch vereinfachend als Tierzahl bezeichnet.

Ein mittlerer (d. h. an 365 Tagen im Jahr genutzter) Tierplatz unterscheidet sich von einem realen Tierplatz, auf dem ggf. auch Leerstandszeiten zur berücksichtigen sind (wie z.B. bei Mastschweinen). Dies hat insofern Auswirkungen auf die jährlichen Emissionen, als die Höhe der emissionsrelevanten Ausscheidungen auf einem mittleren ganzjährig besetzten Tierplatz höher ist als auf einem realen Tierplatz, bei dem in Leerstandszeiten keine Ausscheidungen anfallen.

The mean animal place is related to the real animal place by the following equation:

Zwischen dem mittleren Tierplatz und dem realen Tierplatz besteht folgende Beziehung:

$$n_{\text{average}} = n_{\text{real}} \cdot \frac{365\,d - \tau_{\text{empty}}}{365\,d} \qquad \textbf{(3.5)}$$

n_{average} average number of animal places used for production
n_{real} total number of animal places used for production, partly unused during the year
τ_{empty} annual total of days of vacancy times (in d)

With sheep there is a strong interannual variation of lamb numbers. The numbers provided by official statistics are November numbers that are too low to represent mean annual lamb numbers. Hence the lamb numbers have to be corrected, see Chapter 6.2.1.1.

For animals that are not counted every year, the animal numbers are interpolated or extrapolated in order to close the data gaps.

Emission calculations by the more complex Tier 2 approaches (i. e. for cattle, pigs and some poultry categories) are first performed for the entire life time of the respective animal that is less than one year. The results (and the emission-relevant input data) are then divided by the lifetime (in days) and multiplied by 365 in order to obtain annual data consistent with the AAP definition. See also Chapter 3.1.2.3.

Bei den Schafen ist wegen der sehr starken intraannuellen Schwankung der Lämmerzahl eine Korrektur der im November (und damit zu niedrig) erhobenen Lämmerzahlen erforderlich, siehe Kapitel 6.2.1.1.

Bei Tieren, deren Bestände nicht jedes Jahr erhoben werden, werden die Datenlücken durch lineare Interpolation bzw. Extrapolation geschlossen.

In der Modellierung der Emissionen werden in allen Fällen, in denen komplexere Stufe-2-Verfahren zur Anwendung kommen (Rinder, Schweine, diverse Geflügelarten), die emissionsbestimmenden Größen zunächst für die Lebensdauer des betreffenden Tieres berechnet, durch die Lebensdauer (in Tagen) dividiert und durch Multiplikation mit 365 Tagen in einen mit der AAP-Definition konsistenten Jahreswert transformiert. Siehe hierzu auch Kapitel 3.1.2.3.

3.1.2.3 *Lifespan and duration of production cycle / Lebensdauer und Durchgangsdauer*

In the inventory, the entity „lifespan“ (τ_{lifespan}, units: d) denotes the duration of the time during which an animal is part of a given animal category. This definition is necessary to cope with the fact that one single animal can be part of more than one category during its life. For example, female cattle first belong to the category “calves” (having the lifetime of a calf), then are members of the category “heifers” (having the lifetime of a heifer), and finally can become dairy cows (having the lifetime of a dairy cow). Only for animals that belong to only one animal category during their life (like e. g. broilers), the value of the entity „lifespan“ is identical to the duration of the entire life.

The duration of a production cycle τ_{round} (units: d) is related to the entity „lifespan“τ_{lifespan} and is defined as the sum of τ_{lifespan} and the vacancy time (service time, units: d) before the next production cycle. The duration of a production cycle τ_{round} isn’t used any longer in the emission calculations due the definition of the mean animal place (see Chapter 3.1.2.2). However, τ_{round} is still needed in the definition of the animal subcategories of pullets and laying hens (see Chapters 8.3.1 and 8.5.1).

Die Größe „lifespan“ bzw. „Lebensdauer“ (τ_{lifespan}, Einheit: d) bezeichnet im Inventar die Zeitdauer, während der ein Tier Teil der Population einer bestimmten Tierkategorie ist. Diese Definition ist erforderlich, da manche Tiere im Laufe ihres Lebens mehr als einer Tierkategorie angehören. So gehören weibliche Rinder zunächst der Tierkategorie „Kälber“ an (mit der Lebensdauer eines Kalbs), wechseln danach in die Kategorie der Färsen (mit Färsen-Lebensdauer) und können anschließend Milchkühe werden (mit Milchkuh-Lebensdauer). Nur bei Tieren, die im Laufe ihres Lebens nur einer einzigen Tierkategorie angehören, wie z. B. Masthähnchen, ist der Wert der Größe „lifespan“ bzw. „Lebensdauer“ identisch mit der tatsächlichen Lebensdauer.

Eine zu τ_{lifespan} verwandte Größe ist die Durchgangsdauer τ_{round} (Einheit: d). Sie ist die Summe aus der Zeitdauer, die ein Tier dieser Kategorie angehört (τ_{lifespan}), und der Leerstands- oder Reinigungszeit (τ_{service}, Einheit: d) für den von diesem Tier zuvor belegten Tierplatz. Die Durchgangsdauer wird noch bei Jung- und Legehennen zur Umrechnung der Tierzahlen benötigt (siehe Kapitel 8.3.1 und 8.5.1), geht aber aufgrund der Tierplatz-Definition (siehe Kapitel 3.1.2.2) generell nicht in die Emissionsberechnungen ein.

3.1.2.4 *Start weight, final live weight and carcass weight / Anfangs-, Lebendend- und Schlachtgewicht*

In general, animal start weight and final live weight w_{start} and w_{fin} are the animal’s masses at the beginning and the end of its membership in a specific animal category (see also Chapter 3.1.2.3). If during its life the

Allgemein bezeichnen Anfangsgewicht w_{start} und Lebendendgewicht w_{fin} die Masse des lebenden Tieres zu Beginn bzw. am Ende seiner Zugehörigkeit zu einer bestimmten Tierkategorie (siehe dazu auch Kapitel

animal belongs to only one animal category, then the start weight denotes the weight at birth or hatching. When animals are fattened, the final live weight may be called fattening weight ("Mastendgewicht").

If final live weights are not be accessible, they have to be derived from carcass weight (for the carcassweight see below) by solving equation (3.6) for the final live weight.

The German term "Schlachtgewicht" is used to describe the animal weight immediately after slaughtering and gutting (Bundesgesetzesblatt (2008) Teil I Nr. 52). Therefore the weight after slaughtering is the animal weight without those parts of the body which are (have to be) removed.

Translated literally, "Schlachtgewicht" would be "slaughter weight". Since the English expression "slaughter weight" refers, however, to the animals weight immediately before slaughtering, the correct translation of "Schlachtgewicht" is "carcass weight". Hence, the term "slaughter weight" is avoided as far as possible in the following.

The ratio between final live weight and carcass weight is called dressing percentage or slaughter yield c_w.

3.1.2.3). Gehört das Tier im Laufe seines Lebens nur einer einzigen Tierkategorie an, steht „Anfangsgewicht" für Geburts- bzw. Schlüpfgewicht. Das Lebendendgewicht heißt bei Masttieren auch Mastendgewicht.

Das Lebendendgewicht wird mangels entsprechender Daten oftmals aus dem Schlachtgewicht (s. u.) zurückgerechnet, wozu Gleichung (3.6) entsprechend aufzulösen ist.

Das Schlachtgewicht ist laut Bundesgesetzblatt (2008) Teil I Nr. 52 das Warmgewicht des geschlachteten und ausgeweideten Tieres. Somit ist das Gewicht nach Schlachtung das um die Masse der nicht verwertbaren Tieranteile verminderte Lebendendgewicht vor Schlachtung.

Die wörtliche englische Übersetzung von Schlachtgewicht ist „slaughter weight". Dieser englische Begriff bezeichnet aber das Tiergewicht unmittelbar vor der Schlachtung. Die korrekte Übersetzung des Begriffes „Schlachtgewicht" lautet hingegen „carcass weight". Daher wird im Folgenden die Verwendung des Begriffes "slaughter weight" soweit wie möglich vermieden.

Das Verhältnis des Lebendendgewichtes zum Schlachtgewicht wird als Schlachtausbeute-Faktor, Ausschlachtung oder Ausschlachtungsgrad c_w bezeichnet.

$$w_{\text{carcass}} = c_{\text{w}} \cdot w_{\text{fin}} \tag{3.6}$$

w_{carcass}	carcass weight (in kg an^{-1})
c_w	ratio of carcass weight to final live weight (in kg kg^{-1}, 0 < cw < 1)
w_{fin}	final live weight (in kg an^{-1})

The national mean carcass weight w_{carcass} for an animal category i is obtained from the cumulative carcass weights and the number of animals slaughtered.

Das nationale w_{carcass}-Mittel einer Tierkategorie i errechnet sich aus der Summe der Gewichte nach Schlachtung und der Anzahl der geschlachteten Tiere.

$$w_{\text{carcass, i}} = \frac{m_{\text{slaughtered, i}}}{n_{\text{slaughtered, i}}} \cdot \beta \tag{3.7}$$

$w_{\text{carcass, i}}$	carcass weight of an animal in category i (in kg an^{-1})
$m_{\text{slaughtered, i}}$	sum of carcass weights of slaughtered animals of category i (in Mg a^{-1})
$n_{\text{slaughtered, i}}$	number of slaughtered animals of category i (in a^{-1})
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^3$ kg Mg^{-1})

3.1.2.5 *Weight gain and weight gain rate / Gewichtzuwachs und Zuwachsrate*

Weight gain is the difference between start weight and final live weight in a specific phase of life defined by the animal's membership in a specific animal category:

Als Zuwachs während der Zugehörigkeit eines Tieres zu einer bestimmten Tierkategorie bezeichnet man die Differenz von Anfangs- und Lebendendgewicht dieser Tierkategorie:

$$\Delta w = w_{\text{fin}} - w_{\text{start}} \tag{3.8}$$

Δw	total weight gain (in kg an^{-1})
w_{fin}	final animal live weight (in kg an^{-1})
w_{start}	animal start weight (in kg an^{-1})

The ratio between weight gain and the duration of the respective life span of the respective animal category (see Chapter 3.1.2.2) is the weight gain rate $\Delta w/\Delta t$:

Das Verhältnis von Zuwachs zu Lebensspanne in der betreffenden Tierkategorie (siehe Kapitel 3.1.2.2) ergibt die mittlere Zuwachsrate $\Delta w/\Delta t$:

$$\frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{\Delta w}{\tau_{\text{lifespan}}} \qquad \textbf{(3.9)}$$

$\Delta w/\Delta t$	mean daily weight gain (in kg an^{-1} d^{-1})
Δw	total weight gain (in kg an^{-1})
τ_{lifespan}	span of lifetime (in d)

3.1.2.6 *Mean weight / Mittleres Tiergewicht*

Mean animal weights have to be reported for various animal categories, such as “other cattle”, “pigs” or “poultry”. The calculation procedures to derive them are described in the respective chapters.

Für verschiedene zusammenfassende Tierkategorien („übrige Rinder“, „Schweine“, „Geflügel“) werden mittlere Tiergewichte benötigt. Die hierzu erforderlichen Berechnungen werden in den betreffenden Kapiteln beschrieben.

3.1.2.7 *Metabolic weight / Metabolisches Gewicht*

The calculation of the daily energy requirements for maintenance presupposes the knowledge of the metabolic animal weight. This is defined as follows:

Die Berechnung des täglichen Energiebedarfs für Erhaltung beruht auf der Kenntnis des metabolischen Tiergewichts. Dieses ist wie folgt definiert:

$$w_{\text{m, j}} = w_{\text{unit}} \cdot \left(\frac{w_{\text{j}}}{w_{\text{unit}}} \right)^{\text{m}} \qquad \textbf{(3.10)}$$

$w_{\text{m, j}}$	metabolic animal weight on day j of lifespan (in kg an^{-1})
w_{j}	animal live weight on day j of lifespan (in kg an^{-1})
w_{unit}	unit weight (w_{unit} = 1 kg an^{-1})
m	exponent (0.5 < m < 1); as a rule m = 0.75

If the maintenance energy for a whole lifespan has to be assessed, eq. (3.10) has to be integrated. This results in a cumulative (an accumulated) metabolic weight as in eq. (3.11).

Gleichung (3.10) ist zu integrieren, wenn der Erhaltungsenergiebedarf einer gesamten Lebensspanne benötigt wird. Es ergibt sich das kumulierte (oder auch: kumulative) metabolische Gewicht:

$$\Sigma W_j = \sum_{\text{j}=1}^{\text{k}_{\text{fin}}} \tau_{\text{day}} \cdot w_{\text{m, j}} \qquad \textbf{(3.11)}$$

ΣW_j	cumulative metabolic live weight (kg d an^{-1})
j	running index of day
k_{fin}	index of the final day of lifespan ($k_{\text{fin}} = \tau_{\text{lifespan}} \cdot \tau_{\text{day}}^{-1}$, with τ_{lifespan} the duration of lifespan in d)
τ_{day}	time period of one day (τ_{day} = 1 d)
$w_{\text{m, j}}$	metabolic animal weight on day j of lifespan (in kg an^{-1})

3.2 The inventory model GAS-EM / Das Inventar-Modell GAS-EM

GAS-EM is a modular EXCEL® spreadsheet programme (siehe Kapitel 3.2.4) to estimate gaseous and particulate emissions from animal agriculture and crop production including professional horticulture.

GAS-EM was first described in DÄMMGEN et al. (2002) and has been developed further continuously since then.

The assessment of emissions within GAS-EM uses the definitions of agriculture according to the definitions of IPCC (see Chapter 3.2.2). All calculation procedures involved are based on the rules provided by the respective conventions and the current guidance documents (see Chapter 3.2.1).

In addition, the German agricultural inventory uses differing methods in specific circumstances in order to improve the description of national emission conditions. These national methods are described in detail in the respective chapters.

GAS-EM ist ein modulares EXCEL®-Tabellenkalkulationsprogramm (siehe Kapitel 3.2.4) zur Berechnung gas- und partikelförmiger Emissionen aus Tierhaltung und Pflanzenbau in der Landwirtschaft (einschl. des. kommerziellen Gartenbaus). GAS-EM wurde erstmalig von DÄMMGEN et al. (2002) erstellt und seither kontinuierlich weiter entwickelt.

Zur Emissionsberechnung mit dem GAS-EM-Modell wird das System Landwirtschaft im Sinne der IPCC-Berichterstattung definiert (siehe Kapitel 3.2.2). Die Methoden zur Emissionsberechnung beruhen auf den Vorgaben der entsprechenden Konventionen und den aktuellen Regelwerken (siehe Kapitel 3.2.1).

Das deutsche landwirtschaftliche Inventar verwendet bisweilen abweichende Methoden, um die nationale Situation zutreffender abbilden zu können. Diese nationalen Methoden werden an entsprechender Stelle beschrieben.

3.2.1 Guidance documents / Handbücher

The guidance documents used to calculate the inventory with the GAS-EM model are the IPCC Guidelines (IPCC, 2006) and the EMEP Guidebook (EMEP, 2013). The agricultural section of the EMEP Guidebook has been developed with the assistance of the German working group (e.g. DÄMMGEN and HUTCHINGS, 2005).

In some specific cases the older guidelines are still used: IPCC (1996), EMEP (2007) und EMEP (2009).

The IPCC-Guidelines (IPCC, 2006) are referred to quoting the page number, e.g. IPCC(2006)-10.39. The page number consists of two parts. The part before the point denotes the respective guideline chapter.

The 1996 IPCC-Guidelines is referred to quoting the volume and the page number, e.g. IPCC(1996)-3-4.23 for volume 3, pg. 4.23.

The EMEP/EEA Guidebook issued in 2013 is referenced as EMEP(2013)-XX-PP, where XX is the sector (e. g. 3B for animal husbandry and manure management) and PP the page. EMEP/EEA Guidebook issued in 2009 is referenced the same way.

The EMEP/EEA Guidebook issued in 2007 is referenced as EMEP(2007)-SN-PP, e. g. EMEP(2007)-B1010-7, where SN is the so called SNAP code denoting specific chapters (SNAP: Selected Nomenclature for Air Pollutants). PP denotes the page

Die den Berechnungen mit GAS-EM zugrunde liegenden Handbücher umfassen die IPCC-Guidelines (IPCC, 2006) und das EMEP-Guidebook (EMEP, 2013). Der die Landwirtschaft betreffende Teil des EMEP-Guidebook wurde unter Beteiligung der deutschen Arbeitsgruppe entwickelt (z.B. DÄMMGEN and HUTCHINGS, 2005).

(In Einzelfällen kommen auch ältere Richtlinien noch zum Einsatz: IPCC, 1996; EMEP, 2007; EMEP, 2009.)

Bei den IPCC-Guidelines von 2006 wird die Seitenzahl mit Bindestrich an die Jahreszahl gehängt, z. B. IPCC(2006)-10.39. Die Seitenzahl ist zweiteilig, wobei die Zahl vor dem Punkt das Kapitel bezeichnet.

Bei den IPCC-Guidelines von 1996 werden Erscheinungsjahr, Band und Seitenzahl angegeben, z.B. IPCC(1996)-3-4.23 für Band 3, Seite 4.23.

Das EMEP/EEA-Guidebook von 2013 wird als EMEP(2013)-XX-PP zitiert, wobei XX für den Quellsektor steht (z.B. 3B für Tierhaltung und Wirtschaftsdüngermanagement) und PP für die Seitennummer. Die gleiche Zitierweise gilt für (EMEP, 2009).

Das EMEP-Guidebook von 2007 wird als EMEP (2007)-SN-PP zitiert (z. B. EMEP(2007)-B1010-7), wobei SN eine sogenannte „SNAP"-Nummer ist, die abgegrenzte Kapitel bezeichnet (SNAP: Selected Nomenclature for Air Pollutants). PP ist die Seitenzahl.

3.2.2 Structure of the GAS-EM model / Struktur des GAS-EM-Modells

The assessment of emissions within GAS-EM uses the definitions of agriculture according to the definitions of IPCC. It comprises the sectors "animal production" with the source categories 3.A (Emissions from enteric fermentation) and 3.B (emissions from manure management) as well as emissions from agricultural soils and from commercial horticulture (3.D).

Figure 3.1 illustrates the agricultural system with its respective subsystems as well as related neighbouring

Zur Emissionsberechnung mit dem GAS-EM-Modell wird das System Landwirtschaft im Sinne der IPCC-Berichterstattung definiert. Es umfasst die Bereiche „Nutztierhaltung" mit den IPCC-Quellkategorien 3.A (Emissionen aus der Verdauung) und 3.B (Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement) sowie „landwirtschaftlich und für den kommerziellen Gartenbau genutzte Böden" (3.D).

Figure 3.1 zeigt das System „Landwirtschaft" mit den dazugehörigen Subsystemen sowie benachbarte, nicht

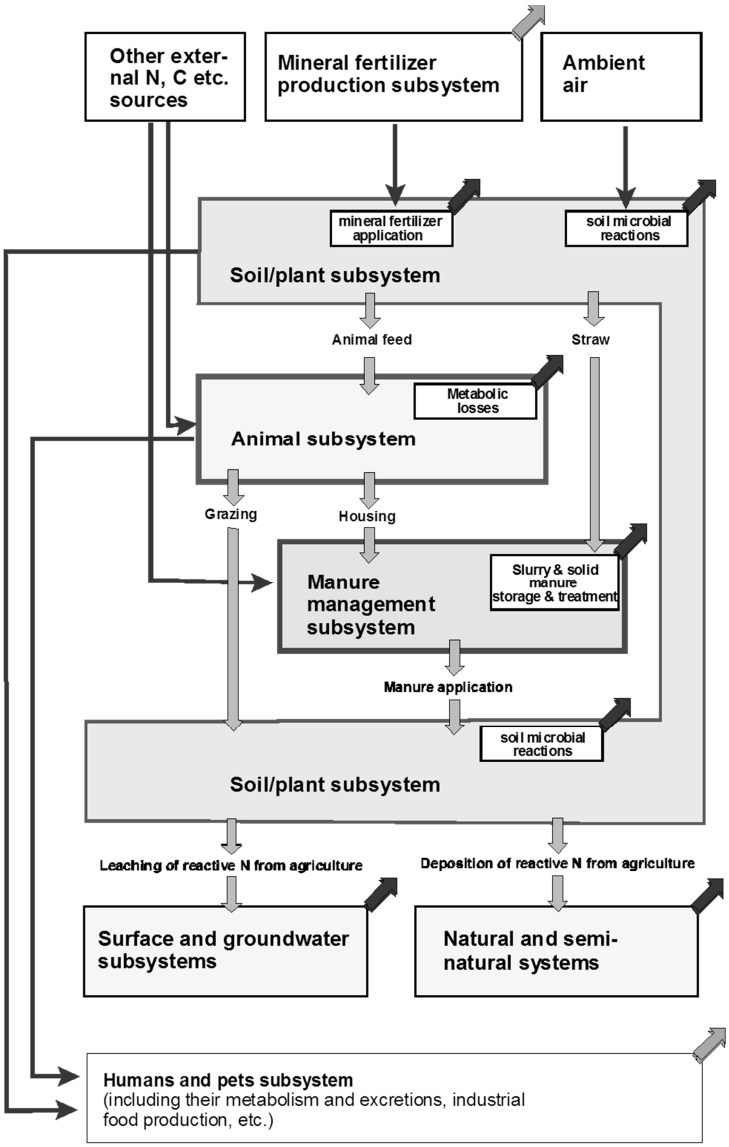
systems. In addition the mass flows between the agricultural subsystems and the subsequent emissions are shown. The following agricultural subsystems are considered:

- a soil/plant subsystem with primary production
- an animal subsystem, which describes metabolic processes
- a manure management subsystem which considers housing, the storage of animal manures as well as their treatment (e.g. bio gas production) and their application
- the surface and groundwater subsystems as well as
- the natural and seminatural systems influenced by agricultural activities.

der Landwirtschaft direkt zugerechnete Systeme. Ebenfalls gezeigt werden die Massenflüsse zwischen den Subsystemen und die daraus resultierenden Emissionen. Landwirtschaftliche Subsysteme sind

- das Subsystem „Boden/Pflanze“ mit der Primärproduktion,
- das Subsystem „Tier“, in dem die Stoffwechsel-Vorgänge im Tier beschrieben werden,
- das Subsystem „Wirtschaftsdünger-Management“, das die Stallungen, die Lagerung von Wirtschaftsdüngern, deren Aufbereitung (z.B. Biogas-Anlagen) und deren Ausbringung umfasst,
- das Subsystem „Oberflächen und Grundwässer“ sowie
- das Subsystem „natürliche und naturnahe Flächen“.

Figure 3.1: Mass flow in agriculture



Narrow black arrows: mass flow between external sources and sinks and the agricultural subsystems; sloping broad black arrows: emissions to the atmosphere.Vertical broad grey arrows: fluxes between agricultural subsystems. Sloping broad grey arrows: emissions not accounted for as agricultural emissions (DÄMMGEN et al., 2003).

Fluxes into these subsystems from sources other than agriculture are animal feeds, bedding material and mineral fertilizers. In addition, natural fluxes are accounted for, e.g. fluxes of atmospheric N_2 resulting in N fixation by legumes.

N inputs upon and into soils result in N fluxes into non-agricultural systems: surface run-off and leaching transfer N into surface and ground waters. There these inputs are likely to result in N_2O formation. The conventions attribute these indirect emissions to agriculture as their original source.

Emissions of reactive N species (NH_3, NO) are subject to atmospheric transport and deposition, after which they interact with the N dynamics of soils, and will eventually lead to the formation of N_2O. These N_2O emissions are also attributed to the agricultural sector as indirect agricultural emissions.

Figure 3.2 illustrates how and with which spatial resolution GAS-EM differentiates between animal categories and subcategories[9] - provided that the respective data is available. It distinguishes the source categories 3.A and 3.B. For the latter, different housing, storage and spreading systems are taken into account.

CH_4 emissions for the sorce categories 3.A und 3.B are separately calculated for each animal subcategory used in the inventory (see Chapter 3.3.2 and 3.3.4.1). Emissions of the N species for 3.B and 3.D are calculated based on the N-flow concept (see Chapter 3.3.4.3).

For the temporal and spatial resolution of the emission calculations see Chapter 3.2.5

Flüsse in diese Subsysteme von außerhalb erfolgen mit Futtermitteln, Einstreu und Mineraldüngern. Zusätzlich wird auch auf natürliche Weise aus der Luft eingetragenes N berücksichtigt (z.B. N_2-Flüsse bei der N-Fixierung durch Leguminosen).

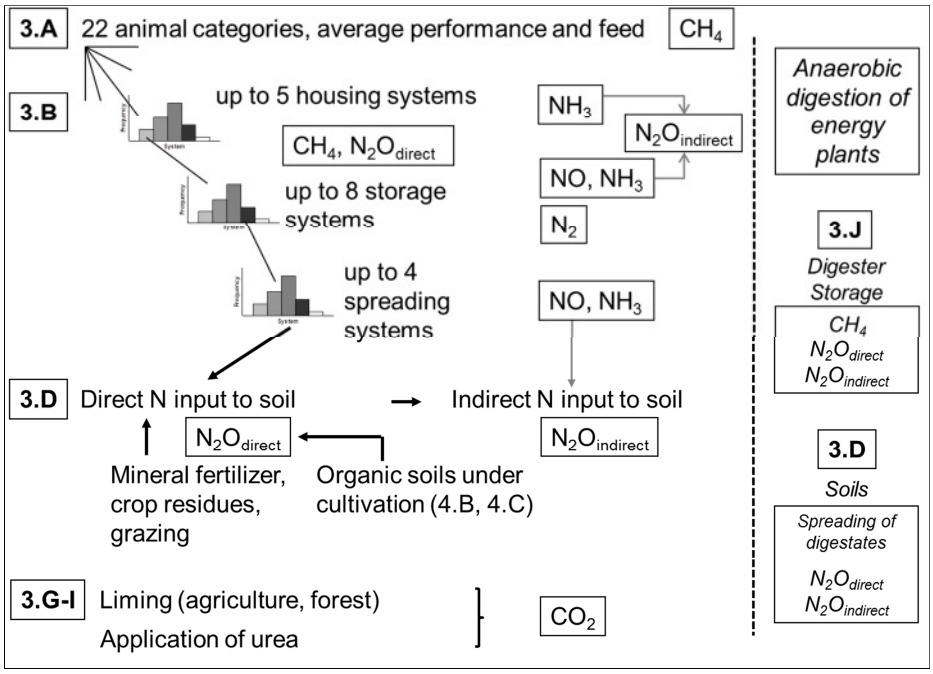
N-Einträge auf und in Böden führen zu N-Flüssen in nicht-landwirtschaftliche Systeme: Oberflächenabfluss in Oberflächenwässer und durch Auswaschung in Oberflächen- und Grundwässer. Sie verursachen dort z.B. die Bildung von N_2O. Die Konventionen ordnen diese indirekten Emissionen der Landwirtschaft als Quelle zu.

Die Emissionen reaktiver N-Verbindungen (NH_3, NO) werden über die Luft verfrachtet, deponiert und greifen dort in die N-Dynamik der Böden ein. Sie führen dort schließlich zur Bildung von N_2O. Auch diese indirekten N_2O-Emissionen werden der Quelle „Landwirtschaft" zugeordnet.

Figure 3.2 zeigt, wie und auf welcher räumlichen Ebene – soweit Daten vorhanden – das GAS-EM-Modell zunächst nach Tierkategorien und –unterkategorien[9] für die Berechnungen der Quellgruppen 3.A und 3.B differenziert, und diese wiederum nach Stallsystemen, Lagerungssystemen und Ausbringungsverfahren für Wirtschaftsdünger aufteilt. CH_4 wird für 3.A und 3.B getrennt je Tier-Subkategorie berechnet (siehe Kapitel 3.3.2 und 3.3.4.1). Die Emissionen der N-Spezies wird für die Quellgruppen 3.B und 3.D auf der Basis eines N-Fluss-Konzeptes berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.3).

Zur räumlichen und zeitlichen Auflösung der Emissionsberechnungen siehe Kapitel 3.2.5.

Figure 3.2: Concept and thematic contents of the GAS-EM model



[9] Six animal categories for cattle; four for pigs; two for sheep; one for goats; two for horses; seven for poultry.

3.2.3 Choice of methodologies / Methodenwahl

From the decision trees for the choice of methodologies (see IPCC (2006), Figures 10.2, 10.3, 10.4, 11.2 and 11.3, and EMEP (2013)-3B, Figure 3.1, and EMEP (2013)-3D, Figure 3.1) follows that detailed calculation methodologies have to be used for key sources. Key sources are those emission sources that significantly contribute to height, trend or uncertainty of the national total emissions (IPCC (2006), Chapter 4; EMEP (2013), Chapter 2). The results of the key source analysis are documented for green house gases in the current NIR ((National Inventory Report, http:// www.umweltbundesamt.de /emissionen/publikationen.htm) and for air pollutants in the current IIR (Informative Inventory Report, http: //iir-de.wikidot.com/agriculture).

Calculation methodologies are distinguished according to their increasing level of complexity with Tier 1 being the lowest level:

- **Tier 1 methodologies** that combine statistical data (e.g. animal numbers from the census) directly with mean emission factors ("default emission factors") provided in the IPCC or EMEP/CORINAIR guidance documents;
- **Tier 2 methodologies** that rely on the use of national data for energy and feed requirements and apply national emission factors, and
- **Tier 3 methodologies** that go beyond Tier 2 methodologies with respect of the degree of detail involved.

As in the German text the expression "Tier" would be ambiguous (the German word "Tier" means "animal"), the German text prefers to use "Stufe" (corresponding to the English word "level") instead of "Tier".

All methods used at present in GAS-EM for the calculation of emissions from German agricultural animal husbandry satisfy or partly exceed by far the basic requirements specified in the guidelines (see Chapters 4 to 9). However, at the time being, the calculations of green house gas emissions from agricultural soils (see Chapter 11 und 12) can be performed only with the rather simple methods provided in the guidelines, even though the emissions from agricultural soils represent marked remarkable contributions to the national total of green house gas emissions from agriculture.

For an overview of the calculation methods involved see Chapter 3.1. Details can be found in those chapters dealing with single animal subcategories (Chapter 4 et seq.) and the chapters dealing with emissions from agricultural soils (Chapter 11 et seq.).

For the calculation of uncertainties for both the greenhouse gas and the NH_3 inventories see Chapter 14.

Aus den Entscheidungssbäumen für die Methodenwahl (siehe IPCC (2006), Abbildungen 10.2, 10.3, 10.4, 11.2 und 11.3, sowie EMEP(2013)-3B, Abbildung 3.1, und EMEP (2013)-3D, Abbildung 3.1) geht hervor, dass für Hauptquellgruppen detaillierte Berechnungsmethoden anzuwenden sind. Als Hauptquellgruppen sind diejenigen Quellgruppen bezeichnet, die wesentliche Anteile zu Höhe, Trend oder Unsicherheit der nationalen Gesamtemissionen beitragen (IPCC (2006), Kapitel 4; EMEP (2013), Kapitel 2). Die Ergebnisse der Hauptquellgruppenanalyse werden für die Treibhausgase im jeweils aktuellen NIR (National Inventory Report, http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm) und für die Luftschadstoffe im jeweils aktuellen IIR (Informative Inventory Report, http://iirde.wikidot.com/agriculture) dokumentiert.

Bei den Berechnungsverfahren wird nach ihrem von Stufe zu Stufe zunehmenden Detaillierungsgrad unterschieden:

- **Stufe-1-Verfahren**, die sich auf statistische Größen (z.B. Tierzahlen) und mittlere Emissionsfaktoren („default emission factors") in den Regelwerken von IPCC und EMEP/CORINAIR stützen;
- **Stufe-2-Verfahren,** die nationale Daten zum Energie- und Futterbedarf voraussetzen und nationale Emissionsfaktoren benutzen;
- **Stufe-3-Verfahren**, die im Detaillierungsgrad der Beschreibung über ein Stufe-2-Verfahren hinausgehen.

Wegen der Doppeldeutigkeit des Wortes „Tier" wird im deutschen Text bevorzugt der Begriff „Stufe" als Übersetzung des englischen Begriffs „Tier" verwendet.

Im deutschen Inventarmodell GAS-EM erfüllen die im Bereich der Tierhaltung verwendeten Berechnungsmethoden die Mindestanforderungen an den Detaillierungsgrad und gehen teilweise weit über darüber hinaus (siehe Kapitel 4 bis 9). Dagegen erfolgt mangels detallierterer Verfahren die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (siehe Kapitel 11 und 12) trotz ihres großen Beitrags zu den Gesamtemissionen aus der deutschen Landwirtschaft nach wie vor nur mit den in den Regelwerken vorgegebenen Stufe-1-Methoden.

Für einen Überblick über die verwendeten Rechenmethoden wird auf Kapitel 3.1 verwiesen. Details finden sich in den Tier-Kapiteln ab Kapitel 4 und den Boden-Kapiteln ab Kapitel 11.

Auf die Berechnung der Unsicherheit von Gesamt-Treibhausgas-Inventar und Gesamt-NH_3-Inventar geht Kapitel 14 ein.

3.2.4 The GAS-EM EXCEL® calculation files / Die GAS-EM EXCEL®-Rechendateien

For each type of emission source in agricultural animal husbandry (e.g. dairy cows, fattening pigs) and for the emissions from agricultural soils GAS-EM comprises an EXCEL® file (calculation workbook) containing a title sheet, one input sheet for activity data and their frequency distributions, one input sheet for emission factors and expert information, one output sheet compiling the results and one or several calculation sheets. In addition, sheets are added for supplementary calculations.

GAS-EM umfasst für jeden Emittententyp aus dem Bereich der Tierhaltung (z. B. Milchkühe, Mastschweine) sowie für die Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden eine EXCEL®-Datei (Rechen- oder Arbeitsmappe) mit einem Titelblatt, einem Eingabeblatt für Aktivitätsgrößen bzw. deren Häufigkeitsverteilungen, einem Eingabeblatt für Emissionsfaktoren bzw. den Expertenschätzungen, die ihnen zugrunde liegen, einem zusammenfassenden Ausgabenblatt und einem oder mehreren Tabellenblättern für Berechnungen. Zusätzliche Tabellenblätter dienen ergänzenden Berechnungen.

3.2.5 Resolution in time and space / Zeitliche und räumliche Auflösung

The basic time step in GAS-EM is one year. Processes that need to be examined in shorter time steps (e.g. emissions from the application of manure under different weather conditions) cannot be described in GAS-EM due to the lack of input data. Also processes with a duration of more than a year, e. g. a stockpiling of mineral fertilizers, cannot be dealt with in GAS-EM as the input data needed to model stockpiling is generally unavailable. Hence, GAS-EM assumes for mineral fertilizers that the total of the fertilizer amounts sold in the quarters I and II of a given year Y and the quarters III and IV of the previous year are completely applied to the agricultural soils within year Y.

Emissions from animal husbandry are calculated for districts and subsequently aggregated to obtain emission results for federal states and the national level. As the official survey of animal numbers does not account for the location where the animals are kept but for the residence of the owner of the animals, the emissions calculated for the emission inventory have to be assigned to the location of the animal owner's residence. This error can lead to a biased representation of emission results on a regional level, but is assumed of lesser influence on higher spatial aggregation levels, i. e. on federal state level and especially on the level used for emission reproting, i. e. the national level.

Emissions from the management of agricultural soils are consistently calculated on federal state level and then aggregated on national level as the activity data needed for the years from 1990 onwards are not available on district level (except for manure spreading and grazing, where the activity data are calculated within GAS-EM).

Der Zeitschritt in GAS-EM beträgt ein Jahr. Prozesse auf kürzeren Zeitskalen (wie z. B. eine witterungsabhängige Ausbringung von Wirtschaftsdünger) können mangels differenzierterer Daten nicht abgebildet werden. Auch über ein Jahr hinausreichende Prozesse, wie z. B. eine Vorratshaltung beim Mineraldünger, können in GAS-EM nicht abgebildet werden, da generall entsprechende Daten zur Modellierung der Speichereffekte fehlen. So wird in GAS-EM für den Mineraldünger angenommen, dass die in den ersten beiden Quartalen des aktuellen und in den letzten beiden Quartalen des Vorjahres verkauften Düngermengen im aktuellen Jahr vollständig ausgebracht werden.

Die Emissionen aus der Tierhaltung werden zunächst auf Kreisebene berechnet, bevor sie zu Ergebnissen auf Bundesland- und nationaler Ebene aggregiert werden. Da bei der amtlichen Tierzählung nicht die tatsächlichen Standorte der Tierhaltung erfasst werden, sondern die Wohnorte der Tierhalter, müssen die für das Emissionsinventar berechneten Emissionen demjenigen Kreis zugeordnet werden, der dem Wohnort des Tierhalters entspricht. Dieser Fehler kann zur Verzerrungen der Ergebnisdarstellung im regionalen Bereich führen, wird aber auf Länderebene und insbesondere auf der für die Emissionsberichterstattung relevanten nationalen Ebene als vernachlässigbar eingeschätzt.

Die Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden werden einheitlich auf Bundesland-Ebene berechnet und anschließend zum jeweiligen nationalen Ergebnis aggregiert, da außer für Wirtschaftsdüngerausbringung und Weidegang (in beiden Fällen berechnet) keine Aktivitätsdaten auf Kreisebene für alle Jahre ab 1990 verfügbar sind.

3.3 Basic methodologies / Grundlegende Methoden

The subsequent sub-chapters provide an overview of the basic methodologies for the preparation of the German agricultural inventory. For the calculation of the emissions orginating from animal husbandry animal sub-categories are defined that are homogeneous with respect to animal performance (weights, growth, Milk yield, etc.), age and utilisation (fattening or breeding), see Chapter 4.1.

More detailed descriptions of the methodologies for the various animal sub-categories and the agricultural soils are given in the Chapter 4. Modifications of methods with respect to the previous submission (see RÖSEMANN et al., 2013) are shortly discussed in Chapter 3.5.2

Die nachfolgenden Unterkapitel geben einen Überblick über grundlegende Methoden zur Erstellung des deutschen landiwrtschaftlichen Emissionsinventars. Für die Berechnung der Emissionen aus der Tierhaltung werden Tier-Unterkategorien definiert, die bzgl. Leistung (Gewicht, Gewichtszunahme, Milchleistung usw.), Alter und Nutzung (Mast oder Zucht) homogen sind (siehe z. B. Kapitel 4.1).

Detalliertere Methodenbeschreibungen der einzelnen Tier-Unterkategorien bzw. des Bodens erfolgen in den quellenbezogenen Methodenkapiteln ab Kapitel 4. Änderungen der Methoden gegenüber der vorherigen Berichterstattung (RÖSEMANN et al., 2013) sind in Kapitel 3.5.2 aufgelistet.

3.3.1 Energy requirements and feed intake of animals / Tierischer Energiebedarf und Futteraufnahme

Whenever the necessary descriptions of processes are available, the German inventory calculates the energy requirements of an agricultural animal. As a rule, the metabolizable energy (ME) is assessed. Dairy cows form an exception. Here the NEL system is used (NEL: net energy for lactation). For ME and NEL see also KIRCHGESSNER et al. (2008).

Overall energy requirements comprise the requirements for maintenance, the requirements related to performance (growth, production of milk or eggs) and the requirements for the production of offspring.

On the assumption that feed is primarily intended to meet the energy requirements, the energy contents of the diets (ME or NEL contents) can be used in connection with feed properties to derive the amount of feed taken in. As a rule, the dry matter intake $m_{F,\,dm}$ is calculated.

The gross energy contents of the diet components then allow for the assessment of the gross energy (GE) intake. The latter is the base for the calculations of methane emissions from enteric fermentation (see Chapter 3.3.2) as well as for the derivation of the methane emissions from manure management (see Chapter 3.3.4.1) according to IPCC (2006).

However, for the assessment of methane emissions from manure management, the German inventory uses a national approach for the most important animal subcategories. According to DÄMMGEN et al. (2011a), the dry matter intake ($m_{F,\,dm}$) is used instead. For details see Chapter 3.3.3.1).

The crude protein (XP) content of the diet components is then used to derive the XP intake with feeds. The division of the result by 6.25 kg kg^{-1} leads to the N intake. This quantity is needed to create the N balance which is needed to address the N excretion rates (see Chapter 3.3.3.2). All calculations assume that the XP or N requirements are met if the input is calculated using typical diet compositions. The comparison with national standards for N excretion rates can then be used to check the plausibility of the calculation procedure.

Diet compositions and the properties of the feed constituents then allow for the assessment of further

Soweit Prozessbeschreibungen verfügbar sind, wird im deutschen Inventar der tierische Energiebedarf berechnet. Dies geschieht i. d. R. im ME-System, d. h. unter Zugrundelegung der umsetzbaren Energie (metabolizable energy). Lediglich bei den Milchkühen wird das NEL-System angewandt (NEL: Netto Energie Laktation). Zu ME und NEL siehe auch KIRCHGESSNER et al. (2008).

Der Energiebedarf gliedert sich in den Erhaltungsbedarf, den leistungsbedingten Bedarf (Wachstum, Produktion von Milch oder Eiern) und den Bedarf zur Produktion von Nachkommen.

Unter der Annahme einer energiebedarfsdeckenden Fütterung wird mit Hilfe der Energiegehalte der Futterkomponenten (ME- bzw. NEL-Gehalte) die Menge des aufgenommenenen Futters berechnet. Dies geschieht in der Regel in Form von Trockenmasse ($m_{F,\,dm}$).

Mit Hilfe des Bruttoenergiegehaltes der Futterkomponenten wird die mit dem Futter aufgenommene Bruttoenergie GE (gross energy) berechnet. GE ist Grundlage für die Berechnung der Methan-Emissionen aus der Verdauung (siehe Kapitel 3.3.2) sowie nach IPCC (2006) auch der Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (siehe Kapitel 3.3.4.1).

Im Fall der Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wurde das deutsche Inventar für die wichtigsten Tiere inzwischen auf die aktualisierte Methode nach DÄMMGEN et al. (2011a) umgestellt, die statt von GE von der Aufnahme an Futtertrockenmasse ($m_{F,\,dm}$) ausgeht, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Mit dem Rohproteingehalt (XP) in den einzelnen Futterkomponenten wird schließlich die XP-Aufnahme mit dem Futter berechnet, aus der mit Division durch 6,25 kg kg^{-1} unmittelbar die N-Aufnahme hervorgeht. Diese Größe wird in der tierischen N-Bilanz benötigt, um die N-Ausscheidung zu berechnen (siehe Kapitel 3.3.3.2). Es wird davon ausgegangen, dass der XP- bzw. N-Bedarf eines Tieres dann gedeckt ist, wenn seine N-Aufnahme anhand von Kennwerten typischer Futterkomponenten berechnet wird und die sich ergebende N-Ausscheidung dem nationalen Standard entspricht.

Anhand der Futterzusammensetzung und der Eigenschaften der Futterkomponenten werden effektive

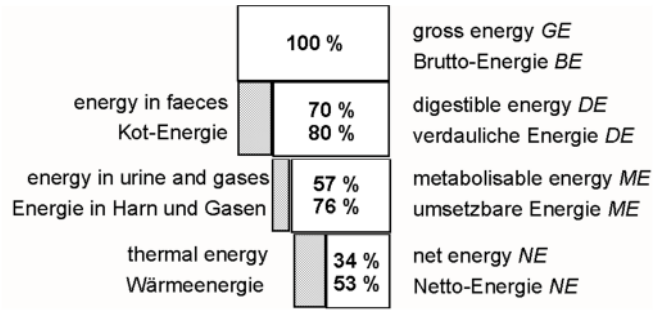
effective quantities needed for the quantification of emission rates, such as the digestibility of energy (X_{DE}) for the calculation of methane from manure management according to IPCC. DÄMMGEN et al. (2011a) presuppose the knowledge of the digestibility of organic matter (X_{DOM}) to calculate these emissions.

Figure 3.3 illustrates the relations between the various relevant quantities described above. Here, NE also stands for NEL.

Mittelwerte zusätzlicher Größen abgeleitet, die für die Emissionsberechnung erforderlich sind. Dies ist im wesentlichen die Verdaulichkeit von Energie (X_{DE}) für den IPCC-Ansatz zur Methanberechnung aus dem Wirtschaftsdünger-Management, während der aktualisierte Ansatz nach DÄMMGEN et al. (2011a) die Verdaulichkeit von organischer Masse (X_{DOM}) benötigt.

Figure 3.3 illustriert die verschiedenen in dem oben skizzierten Konzept relevanten Energiegrößen und ihren Zusammenhang (NE steht hier auch für NEL):

Figure 3.3: Energies considered in animal metabolism



White rectangles: energies considered; shaded rectangles: energies lost. Figures in the white rectangles are exemplary data (upper figure: ruminants, lower figure: pigs).

Assuming that the energy contained in the diet meets the animals' requirements, the above diagram Figure 3.3 allows for the definition of the feed properties "digestitibility of energy" (X_{DE}) and "metabolizability of energy" (X_{ME}), wherebye the knowledge of X_{ME} and the metabolizable energy (ME) intake allow for the quantification of gross energy (GE) intake, as illustrated below.

Unter der Voraussetzung, dass die im Futter enthaltenen Energien den vom Tier benötigten Energien entsprechen, erlaubt das in Figure 3.3 gezeigte Schema die Definition der Futterkenngrößen „Verdaulichkeit von Energie" (X_{DE}) und „Umsetzbarkeit von Energie" (X_{ME}). Die Kenntnis von X_{ME} ermöglicht die Berechnung der Bruttoenergie (GE) aus der aufgenommenen umsetzbaren Energie (ME), wie weiter unten gezeigt wird.

$$X_{\mathrm{DE}} = \frac{DE}{GE} \qquad \textbf{(3.12)}$$

$$X_{\mathrm{ME}} = \frac{ME}{GE} \qquad \textbf{(3.13)}$$

X_{DE}	digestibility of energy (in MJ MJ^{-1})
X_{ME}	metabolisability of energy (in MJ MJ^{-1})
GE	gross energy intake (in MJ pl^{-1} a^{-1})
DE	digestible energy intake (in MJ pl^{-1} a^{-1})
ME	metabolisable energy intake (in MJ pl^{-1} a^{-1})

The digestibility of organic matter X_{DOM} is obtained in analogy to the digestibility of energy X_{DE}. X_{DOM} is the ratio between organic matter taken in and digested organic matter. As a rule, X_{DOM} slightly exceeds X_{DE}.

Die Verdaulichkeit organischer Substanz X_{DOM} ist eine zu X_{DE} analoge Größe. Sie beschreibt das Verhältnis zwischen verdauter und aufgenommener organischer Substanz. Der Wert von X_{DOM} liegt im Allgemeinen etwas über dem von X_{DE}.

The ME system allows for the calculation of GE intakes using the following equation:

Im ME-System lässt sich die Bruttoenergieaufnahme GE wie folgt berechnen:

$$GE = \frac{ME_{\mathrm{m}} + ME_{\mathrm{f}} + ME_{\mathrm{l}} + ME_{\mathrm{d}} + ME_{\mathrm{p}} + ME_{g}}{X_{\mathrm{ME}}} \qquad \textbf{(3.14)}$$

GE	gross energy intake (in MJ pl^{-1} a^{-1})
ME_m	metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl^{-1} a^{-1})

ME_f	metabolisable energy needed to obtain food (in MJ pl^{-1} a^{-1})
ME_p	metabolisable energy required for pregnancy (in MJ pl^{-1} a^{-1})
ME_l	metabolisable energy for lactation (in MJ pl^{-1} a^{-1})
ME_d	metabolisable energy required for draft power (in MJ pl^{-1} a^{-1})
ME_g	metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl^{-1} a^{-1})
X_{ME}	metabolisability of feed (in MJ MJ^{-1})

The applicability of the ME terms in this equation depends on the different mammal types in agricultural animal husbandry. This issue is dealt with in the respectice subchapters of the subsequent animal description chapters beginning with Chapter 4.4. The GE approach given above applies analogously to poultry.

An alternative approach to assess GE intake rates is the multiplication of feed intke amounts with the respective GE contents. This variant is made use of with dairy cows (see Chapter 4.3.4.6).

Dairy cows are the only subcategory where the energy requirements are not calculated using the NE, but the NEL system. The assessment of NEL requirements for dairy cows uses a national methodology as described in Chapter 4.3.2. The parametrization proposed in IPCC(2006)-10.21 is not used.

Nicht bei allen Säugetieren in der landwirtschaftlichen Tierhaltung sind alle aufgeführten *ME*-Terme von Bedeutung. Hierauf gehen die entsprechenden Unterkapitel in den nachfolgenden Tierbeschreibungen ab Kapitel 4.4 ein. Für Geflügel gilt der obige Ansatz in analoger Weise.

Eine alternative Möglichkeit zur GE-Berechnung besteht darin, die aufgenommene Futtermenge mit dem mittleren GE-Gehalt des Futters zu multiplizieren. Diese Variante kommt u. a. bei den Milchkühen zum Einsatz (siehe Kapitel 4.3.4.6).

Milchkühe sind die einzige Tierkategorie im Inventar, für die der Energiebedarf nicht nach dem ME-, sondern nach dem NEL-System berechnet wird. Die NEL-Berechnung für Milchkühe erfolgt dabei nach einem detaillierten nationalen Ansatz (siehe Kapitel 4.3.2), so dass die GE-Parameterisierung nach IPCC(2006)-10.21 nicht zum Einsatz kommt.

3.3.2 CH_4 emissions from enteric fermentation / CH_4-Emissionen aus der Verdauung

The calculation of methane emissions from enteric fermentation can be performed according to three different levels of complexity (Tiers), see IPCC(2006)-10.24 ff. For details of the procedures applied see the respective animal category chapters.

The choice of the complexity level depends on whether the animal category under consideration is considered a key source with respect to methane emissions from enteric fermentation (see Chapter 3.2.3). If this is the case, a Tier 2 or Tier 3 method has to be used.

Zur Ermittlung der Methanemissionen aus der Verdauung stehen unterschiedlich komplexe Berechnungsverfahren zur Verfügung (IPCC(2006)-10.24 ff). Die Einzelheiten zu den angewendeten Verfahren sind den entsprechenden Kapiteln der jeweiligen Tierkategorie zu entnehmen.

Die Auswahl des anzuwendenden Verfahres hängt davon ab, ob die jeweilige Tierkategorie als Hauptquellgruppe bzgl. der Methanemissionen aus der Verdauung eingestuft werden (siehe Kapitel 3.2.3). Ist Letzteres der Fall, muss mit Stufe 2 oder Stufe 3 gerechnet werden.

Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

For the assessment of emissions, the simple Tier 1 method combines animal numbers with default emission factors, irrespective of the enegry requirements.

The calculations make use of the following equation for each animal category:

Das einfache Stufe-1-Verfahren kombiniert zur Berechnung von Emissionen Tierzahlen mit default-Emissionsfaktoren unabhängig vom Energiebedarf.

Die Berechnungen beruhen auf der Anwendung der folgenden Gleichung für jede Tierkategorie:

$$E_{\mathrm{CH4,\,ent,\,i}} = n_{\mathrm{i}} \cdot EF_{\mathrm{CH4,\,ent,\,i}} \qquad \textbf{(3.15)}$$

$E_{CH4,\,ent,\,i}$	methane emission from enteric fermentation of animal category i (in kg a^{-1} CH_4)
n_i	number of animal places for animal category i (in pl)
$EF_{CH4,\,ent,\,i}$	default emission factor for animal category i (in kg pl^{-1} a^{-1} CH_4)

Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

The more detailed Tier 2 methodology makes use of the above Tier 1 equation where the default emission factor is replaced with an emission factor based on national data for energy requirements.

Das detailliertere Stufe-2-Verfahren nutzt obige Stufe-1-Gleichung, ersetzt den Default-Wert des Emissionsfaktors aber durch eine Berechnung mit Hilfe nationaler Werte des Gesamt-Energiebedarfs.

According to IPCC(2006)-10.31, Equation 10.21, the methane emission factor is calculated using an animal-specific default value of the methane conversion factor (IPCC(2006)-10.30f, Table 10.12, Table 10.13) as follows:

Nach IPCC(2006)-10.31, Gleichung 10.21, berechnet sich der Emissionsfaktor mithilfe eines tierspezifischen Standard-Wertes für den Methan-Umwandlungsfaktor (IPCC(2006)-10.30f, Table 10.12, Table 10.13):

$$EF_{\mathrm{CH4,ent,i}} = GE_{\mathrm{i}} \cdot \frac{x_{\mathrm{CH4,GE,i}}}{\eta_{\mathrm{CH4}}} \qquad \textbf{(3.16)}$$

$EF_{\mathrm{CH4,ent,i}}$	emission factor for animal category i (in kg pl^{-1} a^{-1} CH_4)
GE_{i}	gross energy intake per place of animal category i (in MJ pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 3.3
$x_{\mathrm{CH4,GE,i}}$	methane conversion factor of animal category i (fraction of GE converted to methane) (in MJ MJ^{-1})
η_{CH4}	energy content of methane (η_{CH4} = 55.65 MJ (kg CH_4)$^{-1}$)

Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

The Tier 3 approach (IPCC(2006)-10.31 f) makes use of the Tier 2 equation where the methane conversion factor ($x_{\mathrm{CH4,GE}}$) is determined on base of national or subnational data.

In the German inventory, the Tier 3 approach is available only for dairy cows, see Chapter 4.3.5. It calculates the CH_4 emission factor as a function of the intake of crude fibre, N-free extracts, crude protein and fat. From this emission factor and the intake of gross energy the methan conversion rate is back-calculated to be entered into the CRF tables.

Das Stufe-3-Verfahren (IPCC(2006)-10.31 f) nutzt die Stufe-2-Gleichung, wobei der Methan-Umwandlungsfaktor ($x_{\mathrm{CH4,GE}}$) aus nationalen oder regionalen Daten abgeleitet wird.

Das Stufe-3-Verfahren ist im deutschen Inventar nur für Milchkühe verfügbar, siehe Kapitel 4.3.5. Dabei wird der CH_4-Emissionsfaktor als Funktion der Aufnahme von Rohfaser, N-freien Extraktstoffen, Rohprotein und Fett) berechnet. Aus dem Emissionsfaktor wird mit Hilfe der Gesamtenergie-Aufnahme der in den CRF-Tabellen anzugebende Methanumwandlungsfaktor abgeleitet.

3.3.3 Excretions / Ausscheidungen

3.3.3.1 *Excretions of VS / VS-Ausscheidungen*

The assessment of CH_4 emissions from the manure management (see Chapter 3.3.4.1) presupposes the knowledge of the amount of "volatile solids" (*VS*) excreted. Volatile solids comprise the organic material in livestock manure that is oxidised at 800 °C. The respective equation is:

Die Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (siehe Kapitel 3.3.4.1) erfordert die Kenntnis der ausgeschiedenen Mengen an organischer Trockensubstanz, die als Glühverlust der Ausscheidungen bei 800 °C bestimmt wird (englischer Begriff: „volatile solids" (VS)). Es gilt:

$$VS = DM_{\mathrm{excr}} - m_{\mathrm{ash}} \qquad \textbf{(3.17)}$$

VS	volatile solids excreted (in kg pl^{-1} a^{-1})
DM_{excr}	dry matter excreted (in kg pl^{-1} a^{-1})
m_{ash}	amount of ash contained in excretions (in kg pl^{-1} a^{-1})

Total VS is the sum of degradable VS (VS_{d}) and non-degradable VS (VS_{nd}):

Die Gesamtmenge an VS teilt sich in abbaubare (VS_{d}) und nicht abbaubare VS (VS_{nd}):

$$VS = VS_{\mathrm{d}} + VS_{\mathrm{nd}} \qquad \textbf{(3.18)}$$

In principle, CH_4 emissions from manure management are related to VS_{d}. However, in a first approach, VS_{d} is proportional to VS_{excr}. The factor relating the two is depending on the composition of the excreta. The methodology proposed by IPCC(2006), Equation 10.23, considers this in a "maximum methane producing capacity for manure" B_{o} (see Chapter 3.3.4.1). However, Equation 10.24 given in IPCC (2006) for the calculatuion of VS is not used in the German inventory as this equation represents only an approximation and the definition of

Im Prinzip wären die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management auf VS_{d} zu beziehen. In erster Näherung ist VS_{d} aber proportional zu VS_{excr}. Der Proportionalitätsfaktor ist von der Zusammensetzung der Exkremente abhängig. IPCC(2006) berücksichtigt dies in der „größtmöglichen Methan-Bildungskapazität für Wirtschaftsdünger" B_{o} (siehe Kapitel 3.3.4.1). Die in IPCC (2006) angegebene Gleichung 10.24 zur Berechnung von VS wird im deutschen Inventar nicht verwendet, da sie nur eine Näherung darstellt, und die Definiti-

the ash content is ambiguous as was shown by DÄMMGEN et al. (2011a). Instead, the German inventory uses the VS equation derived by DÄMMGEN et al. (2011a) (for ash contents see Chapters from Chapter 4 onwards):

on des Aschegehaltes nicht eindeutig ist, wie DÄMMGEN et al. (2011a) aufzeigten. Stattdessen kommt die von DÄMMGEN et al. (2011a) abgeleitete VS-Gleichung zum Einsatz (zu den Aschegehalten siehe in den Tierkapiteln):

$$VS = m_{\mathrm{F,\,dm}} \cdot (1 - X_{\mathrm{DOM}}) \cdot (1 - X_{\mathrm{ash,feed}}) \quad \textbf{(3.19)}$$

VS	excretion of volatile solids (in kg pl^{-1} a^{-1})
$m_{\mathrm{F,\,dm}}$	feed intake rate (dry matter) (in kg pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 3.3
X_{DOM}	apparent digestibility of organic matter (in kg kg^{-1})
$X_{\mathrm{ash,\,feed}}$	ash content of feed (in kg kg^{-1})

If dry matter intake $m_{\mathrm{F,\,dm}}$ is not known, it is approximated as described in IPCC (2006)-10.42 using the ratio GE/18.45, where GE is the intake of gross energy (in MJ pl^{-1} a^{-1}).

If the ash content of the feed is not known, the ash content of the excretions as given in IPCC (2006) is used instead.

Wenn die Trockenmasseaufnahme $m_{\mathrm{F,\,dm}}$ nicht bekannt ist, wird sie in Anlehnung an IPCC (2006)-10.42 mit Hilfe des Quotienten GE/18.45 approximiert, wobei GE für die Aufnahme an Gesamtenergie (in MJ pl^{-1} a^{-1}) steht.

Ist der Aschegehalt des Futters nicht bekannt, wird stattdessen der Aschegehalt der Ausscheidungen verwendet, den IPCC (2006) angibt.

3.3.3.2 *Excretions of N and TAN (or UAN) / Ausscheidungen von N und TAN (bzw. UAN)*

For the calculation of NH_3, N_2O, NO and N_2 emissions from animal husbandry (see Chapter 3.3.4.3.1) the excretions of N and – for mammals - TAN are needed per animal place and year.

TAN means „total ammoniacal nitrogen“ and is the share of the total N excretion from which emissions of ammonia occur. In the inventory, TAN is assumed to be equal to the amount of N excreted in urine.

For poultry, the excretion of uric acid nitrogen (UAN) is needed instead of TAN, see DÄMMGEN und ERISMAN (2005). At the time being, the use of UAN excretions is impossible in the inventory, as the hydrolysis of uric acid producing ammonium carbonate occurs outside the birds' bodies. In particular, it is difficult to model the influence of humidity on this process. Hence, emission inventories make use of mean potential TAN contents for their calculations which means that the UAN excreted is completely considered to be TAN.

Hence, the procedures described in the following apply equally to mammals and poultry. The description of the methodology aims at giving an overview of the principal calculation steps. For details see the animal chapters, beginning with Chapter 4.

For the excretions of animal categories that, like e. g. goats and sheep, are not a key source (see Chapter 3.2.3), default excretion values provided in the guidelines or national data sources are used. For key sources (like e. g. dairy cows and fattening pigs) the N and TAN excretions are calculated using the N mass balance of the animal.

The subsequent equation describes the N mass balance of an animal:

Für die Berechnung von NH_3-, N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus der Tierhaltung (siehe Kapitel 3.3.4.3.1) werden die Ausscheidungen von N und – bei Säugetieren - TAN pro Tierplatz und Jahr benötigt.

TAN steht für „total ammoniacal nitrogen“ und ist derjenige Anteil der gesamten N-Ausscheidungen, aus dem Ammoniakemissionen erfolgen. Im Inventar wird TAN mit der N-Menge gleichgesetz, die mit dem Harn ausgeschieden wird.

Bei Geflügel wird statt der TAN-Ausscheidung die Harnsäure-Ausscheidung (uric acid nitrogen, UAN) benötigt, vgl. DÄMMGEN und ERISMAN (2005). Die Verwendung von UAN-Ausscheidungen im Inventar ist aktuell nicht möglich, da der Prozess der Hydrolyse der Harnsäure zu Ammoniumcarbonat außerhalb des Körpers stattfindet und der dabei wichtige Einfluss von Feuchte schwierig zu modellieren ist. Daher wird anstelle von UAN mit mittleren scheinbaren TAN-Gehalten gerechnet, wobei TAN = UAN angenommen wird.

Daher gelten die nachfolgenden Ausführungen für Säugetiere und Geflügel gleichermaßen. Es wird dabei ein Überblick über die prinzipielle Vorgehensweise vermittelt. Zu Details wird auf die Tierkapitel ab Kapitel 4 verwiesen.)

Für Tierkategorien, die wie z. B. Ziegen und Schafe nicht zu den Hauptquellgruppen (siehe Kapitel 3.2.3) zählen, werden für die Ausscheidungen Standwerte aus den Richtlinien oder nationalen Datenquellen verwendet. Für Hauptquellgruppen (wie z.B. Milchkühe, Mastschweine) werden die N- und TAN-Ausscheidungen mithilfe der tierischen N-Massenbilanz berechnet.

Die nachfolgende Gleichung beschreibt die N-Bilanz:

$$m_{\mathrm{excr}} = m_{\mathrm{feed}} - m_{\mathrm{l}} - m_{\mathrm{g}} - m_{\mathrm{p}} \quad \textbf{(3.20)}$$

m_{excr}	amount of nitrogen in excreta (in kg pl^{-1} a^{-1})
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1})
m_{l}	amount of nitrogen secerned with milk or eggs (in kg pl^{-1} a^{-1})

m_g	amount of nitrogen retained in the animal (in kg pl^{-1} a^{-1})
m_p	amount of nitrogen in offspring produced (in kg pl^{-1} a^{-1})

The N intake with feed (m_{feed}) is determined by the intake of feed and the average crude protein content of the feed.

As a rule, the amount of feed intake is a function of the energy requirements of the animal and the energy content of the feed. The calculation is based on the assumption that the energy requirements be exactly satisfied. In the subsequent equation the energy requirements and the energy content of the feed are given in ME units (ME = metabolizable energy). For dairy cows the units to be used are NEL units (NEL = net energy lactation).

For animals kept for meat production the amount of feed can be replaced by the product of feed conversion factor, number of animal rounds and growth per round:

Die N-Aufnahme mit dem Futter (m_{feed}) wird durch die aufgenommene Futtermenge und deren mittleren Rohproteingehalt bestimmt.

Die Futtermenge wird i. d. R. aus dem tierischen Energiebedarf und Energiegehalt des Futters berechnet, wobei davon ausgegangen wird, dass der tierische Engergiebedarf exakt erfüllt wird. In der folgenden Gleichung werden Energiebedarf und mittlerer Energiegehalt des Futters in ME-Einheiten angegeben (ME = umsetzbare Energie). Für Milchkühe sind NEL-Einheiten zu verwenden (NEL = Netto Energie Laktation).

Bei Masttieren kann die Futtermenge durch das Produkt aus Futterverwertungskoeffizient, Durchgangszahl und Zuwachs pro Mastdurchgang ersetzt werden:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot \sum_{\text{i}} DM_{\text{i}} \cdot x_{\text{N, XP, i}} = x_{\text{N}} \cdot m_{\text{F, DM}} \cdot [x_{\text{XP}}] = x_{\text{N}} \cdot \frac{\Sigma ME}{[\eta_{\text{ME}}]} \cdot [x_{\text{XP}}] \quad \textbf{(3.21)}$$

or (for animals kept for meat production)

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot x_{\text{feed}} \cdot n_{\text{round}} \cdot \Delta w_{\text{round}} \cdot [x_{\text{XP}}] \quad \textbf{(3.22)}$$

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1})
x_N	nitrogen content of crude protein (x_N = 1/6.25 kg kg^{-1})
DM_i	amount of dry matter taken in with feed constituent i (in kg pl^{-1} a^{-1})
$x_{N, XP, i}$	crude protein content of feed constituent i (in kg kg^{-1})
$m_{F, DM}$	total amount of feed intake (dry matter) (in kg pl^{-1} a^{-1})
$[x_{XP}]$	mean crude protein content of the feed, related to dry matter (in kg kg^{-1})
ΣME	the animal's cumulative requirements of metabolizable energy (in MJ pl^{-1} a^{-1})
$[\eta_{ME}]$	mean content of metabolizable energy in the feed (dry mass) (in MJ kg^{-1})
x_{feed}	feed conversion factor, i. e. the amount of feed needed to achieve 1 kg of weight gain (in kg kg^{-1})
n_{round}	number of animal production cycles per year (in ro a^{-1})
Δw_{round}	weight gain achieved per round (in kg ro^{-1})

The other components of the N balance are given by:

Die übrigen Bilanzglieder werden wie folgt bestimmt:

$$m_{\text{l}} = Y_{\text{M}} \cdot x_{\text{XP, milk}} \cdot x_{\text{N, milk}} \quad \textbf{(3.23)}$$

or

$$m_{\text{l}} = n_{\text{eggs}} \cdot w_{\text{egg}} \cdot x_{\text{N, egg}} \quad \textbf{(3.24)}$$

m_l	amount of nitrogen secerned with milk or eggs (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
Y_M	annual milk yield (in kg pl^{-1} a^{-1})
$x_{XP, milk}$	crude protein content of milk (in kg kg^{-1} XP_{milk})
$x_{N, milk}$	nitrogen content of milk protein (in kg kg^{-1} N)
n_{eggs}	number of eggs (in eg pl^{-1} a^{-1})
w_{egg}	weight per egg (in kg eg^{-1})
$x_{N, egg}$	nitrogen content of a single egg (in kg kg^{-1} N)

$$m_{\text{g}} = \Delta w_{\text{place}} \cdot x_{\text{N, animal}} \quad \textbf{(3.25)}$$

m_g	amount of nitrogen retained in the animal (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
Δw_{place}	weight gain per place (in kg pl^{-1} a^{-1})
$x_{N, animal}$	nitrogen content of whole animal (in kg kg^{-1} N)

$$m_{\mathrm{p}} = w_{\mathrm{offspring}} \cdot x_{\mathrm{N,\ offspring}} \tag{3.26}$$

m_{p}	amount of nitrogen in offspring produced (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$w_{\mathrm{offspring}}$	weight of the total offspring (calves, piglets) (in kg pl^{-1} a^{-1})
$x_{\mathrm{N,\ offspring}}$	nitrogen content of whole offspring body (in kg kg^{-1} N)

The amount of TAN needed for the assessment of the emissions of N species from mammals (see Chapter 3.3.4.3.1) is defined as the share of digestible N taken in with feeds that is not retained in the animal or excreted with milk or offspring. This definition presupposes the knowledge of the digestibility of crude protein (X_{DXP}).

Die für die Berechnung von N-Emissionen aus der Säugetierhaltung benötigte TAN-Menge (siehe Kapitel 3.3.4.3.1) ist derjenige Anteil der mit dem Futter aufgenommenen verdaulichen N-Menge, der nicht im Tier retiniert oder für die Produktion von Milch oder Nachkommen aufgewendet wird. Diese Definition setzt die Kenntnis der Verdaulichkeit von Rohprotein X_{DXP} voraus.

$$m_{\mathrm{excr,\ TAN}} = X_{\mathrm{DXP}} \cdot m_{\mathrm{feed}} - m_{\mathrm{l}} - m_{\mathrm{g}} - m_{\mathrm{p}} \tag{3.27}$$

$m_{\mathrm{excr,\ TAN}}$	amount of TAN excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
X_{DXP}	digestibility of crude protein (in kg kg^{-1})
m_{feed}	amount of nitrogen in feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{l}	amount of nitrogen secerned with milk (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{g}	amount of nitrogen retained in the animal (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{p}	amount of nitrogen in offspring produced (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

If X_{DXP} is not available, it may be approximated by the digestibility of energy (X_{DE}). For X_{DE} see Chapter 3.3.1.

For dairy cows the amount of TAN is calculated differently. As shown in Chapter 4.3.8.3 it is a function of the amount of N excreted with faeces.

The relative TAN content x_{TAN} of the excreta is defined as:

Ist X_{DXP} nicht bekannt, ist eine Approximation durch die Verdaulichkeit von Energie (X_{DE}) möglich. Zu X_{DE} siehe Kapitel 3.3.1.

Bei den Milchkühen wird die TAN-Menge abweichend von obiger Gleichung über N-Ausscheidung im Kot berechnet, siehe Kapitel 4.3.8.3.

Der relative TAN-Gehalt x_{TAN} der Ausscheidungen ergibt sich aus:

$$x_{\mathrm{TAN}} = \frac{m_{\mathrm{excr,\ TAN}}}{m_{\mathrm{excr}}} \tag{3.28}$$

x_{TAN}	fraction of nitrogen excreted as TAN (in kg kg^{-1})
$m_{\mathrm{excr,\ TAN}}$	amount of TAN excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{excr}	amount of total nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

Note that the dairy-cow calculations take into account nitrogen losses by skin and hair. These losses are added to the organic N excretions. For other animals no methods are available to take into account nitrogen losses by skin and hair.

As already mentioned above, for poultry the excretion uric acid nitrogen (UAN) should be considered instead of TAN excretions. However, the inventory considers the amount of UAN to be TAN. The calculation of UAN is performed in analogy to Equation (3.27), where the losses on the right-hand side are represented by N retention in case of pullets and by the sum of N retention and N in eggs in case of laying hens.

Anmerkung: Bei Milchkühen wird auch der mit Hautpartikeln und Haaren abgegebene Stickstoff berücksichtigt. Er wird der organischen N-Ausscheidung hinzugerechnet. Für andere Tiere existieren keine vergleichbaren Berechnungsmethoden.

Wie oben bereits erwähnt wird bei Geflügel statt der TAN-Ausscheidung die Harnsäure-Ausscheidung (uric acid nitrogen, UAN) betrachtet. Im Inventar wird UAN näherungsweise mit TAN gleichgesetzt. Die Berechnung von UAN erfolgt analog zu Gleichung (3.27), wobei die Verlustterme auf der rechten Seite bei Junghennen und Mastgeflügel der N-Retention entsprechen und bei Legehennen der Summe aus N-Retention und N-Abgabe über die Eierproduktion.

3.3.4 Emissions from manure management / Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

3.3.4.1 CH_4 emissions / CH_4-Emissionen

According to IPCC(2006)-10.35 ff there are three increasingly complex tiers for the calculation of the methane emissions from manure management. All methods are based on the following equation:

IPCC(2006)-10.35ff gibt für die Berechnung der Methanemissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management drei zunehmend komplexere Stufen an, die alle von der nachfolgenden Gleichung ausgehen.

$$E_{\mathrm{CH4,\ MM,\ i}} = n_{\mathrm{i}} \cdot EF_{\mathrm{CH4,\ MM,\ i}} \qquad \textbf{(3.29)}$$

$E_{CH4, MM, i}$	CH_4 emission from manure management of animal category i (in kg a^{-1} CH_4)
n_i	number of animal places for animal category i (in pl)
$EF_{CH4, MM, i}$	emission factor for methane from manure management for animal category i (in kg pl^{-1} a^{-1} CH_4)

The methodologies provided by IPCC for the calculation of methane emissions from manure management are desribed in the following.

Die IPCC-Methoden zur Berechnung von Methanemissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden nachstehend beschrieben.

Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

The simple Tier 1 methodology (IPCC(2006)-10.37) uses the equation (3.29) with default emission factors.

Das einfache Stufe-1-Verfahren (IPCC(2006)-10.37) nutzt Gleichung (3.29) mit Default-Emissionsfaktoren.

Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

The Tier 2 methodology (cf. Equation 10.23 in IPCC(2006)-10.41) uses equation (3.29) and calculates the emission factor $EF_{CH4, MM, i}$ as a function of VS excreted, the maximum methane producing capacity B_o and the methane conversion factor *MCF* that describes for each single manure management system the fraction of B_o that is generated effectively.

Das Stufe-2-Verfahren (vgl. Gleichung 10.23 in IPCC(2006)-10.41) verwendet Gleichung (3.29) und berechnet den Emissionfaktor $EF_{CH4, MM, i}$ als Funktion der ausgeschiedenen VS-Menge, der maximalen Methanbildungskapazität B_o und des Methanumwandlungsfaktors *MCF*, der für jedes Wirtschaftsdünger-Lagerverfahren angibt, welcher Anteil von B_o tatsächlich erzeugt wird.

$$EF_{\mathrm{CH4,MM,i}} = VS_{\mathrm{i}} \cdot \alpha \cdot B_{\mathrm{o,i}} \cdot \rho_{\mathrm{CH4}} \cdot \sum_{\mathrm{jk}} MCF_{\mathrm{i,j,k}} \cdot MS_{\mathrm{i,j}} \qquad \textbf{(3.30)}$$

$EF_{CH4, MM, i}$	emission factor for methane from manure management for animal category i (in kg pl^{-1} a^{-1} CH_4)
VSi	volatile solid excretion rate of animal category i (in kg pl^{-1} d^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
Bo, i	maximum methane producing capacity (in m^3 kg^{-1} CH_4)
ρ_{CH4}	density of methane (ρ_{CH4} = 0.67 kg m^{-3})
$MCF_{i, j, k}$	methane conversion factors for manure management system j and climate region k (in kg kg^{-1})
$MS_{i, j}$	fraction of animal category i whose manure is handled in a system j (in pl pl^{-1})

For the VS excretions see Chapter 3.3.3.1. B_o and *MCF* for the conventional manure storage types are provided in the animal chapters from Chapter 4 onwards. Chapter 3.3.4.4 deals with special details concerning the calculation of the *MCF* for the specific storage type „digestion of slurry and storage of residues“.

The amount of VS that enters manure management systems via bedding material is not explicitly accounted for in Equation (3.30). IPCC (2006)-10.41 indicates that methane emissions from bedding are not taken into account as they do not contribute significantly to the overall emissions. Until the development of a methodology internationally approved of to take into account explicitly the VS input by bedding material, Germany will apply the prescribed IPCC procedure (3.30).

Zu den VS-Ausscheidungen siehe Kapitel 3.3.3.1. Auf B_o sowie die *MCF*-Werte für die herkömmlichen Lagerverfahren wird in den Tierkapiteln ab Kapitel 4 eingegangen. Kapitel 3.3.4.4 befasst sich mit den Besonderheiten bei der Berechnung des *MCF* für den speziellen Lagertyp „Güllevergärung und Gärrestelagerung“.

Die mit der Einstreu ins Wirtschaftsdünger-Management gelangende VS-Menge wird in Gleichung (3.30) nicht explizit berücksichtigt. IPCC (2006)-10.41 stellt dazu fest, dass Methanemissionen aus Einstreu nicht berücksichtigt werden, da sie nicht signifikant zur Gesamtemission beitragen. Deutschland wendet bis zur Entwicklung einer international konsensfähigen Methode zur expliziten Berücksichtigung von Einstreu–VS das vorgegebenen IPCC-Verfahren an (3.30).

The formation of CH_4 emissions from leachate during the storage of solid manure are assumed to be negligible, as the VS content in leachate is rather low. Hence, for the calculation of CH_4 emissions from manure management storage the formation of leachate.is not considered in the inventory.

CH_4-Emissionen aus Jauchebildung bei der Lagerung von Festmist werden als vernachlässigbar angesehen, da Jauche praktisch keine VS-Anteile enthält. Daher wird Jauchebildung im Inventar bei der Berechnung von CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management nicht berücksichtigt.

Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

IPCC (2006)-10.37 defines the Tier 3 approach as follows:

„The best way to determine emission factors ist to conduct … measurements of emissions in actual systems representative of those in use in the country. The field results can be used to develop models to estimate emission factors."

The Tier 3 approach is not used in the German inventory.

IPCC (2006)-10.37 definiert Stufe 3 wie folgt:

„Der beste Ansatz zur Bestimmung von Emissionsfaktoren besteht aus der … Messung von Emissionen in realen Systemen, die repräsentativ für die im Land genutzten Systeme sind. Die Feldversuchsergebnisse können zur Entwicklung von Modellen zur Berechnung von Emissionsfaktoren genutzt werden."

Der Stufe-3-Ansatz kommt im deutschen Inventar nicht zum Einsatz.

3.3.4.2 *NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdüngermanagement*

Non-methane volatile organic compounds (NMVOC) are a collection of organic compounds that differ widely in their chemical composition but display similar behaviour in the atmosphere (EEA, 2014). They produce photochemical oxidants by reaction with nitrogen oxides in the presence of sunlight (UNECE, 1991). Agricultural sources of NMVOCs are silage, manure in the barns, outside manure stores, field application of manure and grazing animals (EMEP (2013)-3B-8).

EMEP (2013) provides methods and parameters for the calculation of NMVOC emissions from manure management. Germany uses the Tier 1 method (EMEP, 2013-3B-13 ff).

Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) weisen große Unterschiede in ihrer chemischen Zusammensetzung auf, zeigen aber ein ähnliches Verhalten in der Atmosphäre (EEA, 2014). Durch Reaktion mit Stickstoffoxiden unter Einfluss von Sonnenlicht bilden sie photochemische Oxidantien (UNECE, 1991). Landwirtschaftliche NMVOC-Quellen sind Silage, Wirtschaftsdünger (im Stall, in Außenlagern und bei der Ausbringung), sowie Weidegang (EMEP (2013)-3B-8).

EMEP (2013) stellt Methoden und Parameter bereit, um NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management berechnen zu können. Deutschland verwendet die Tier-1-Methode (EMEP, 2013-3B-13 ff).

$$E_{\mathrm{NMVOC,\,MM,\,i}} = n_{\mathrm{i}} \cdot EF_{\mathrm{NMVOC,\,MM,\,i}} \qquad \textbf{(3.31)}$$

$E_{\mathrm{NMVOC,\,MM,\,i}}$ NMVOC emission from manure management of animal category i (in kg a^{-1} NMVOC)
n_{i} number of animal places for animal category i (in pl)
$EF_{\mathrm{NMVOC,\,MM,\,i}}$ emission factor for NMVOC from manure management for animal category i (in kg pl^{-1} a^{-1} NMVOC)

EMEP (2013)-3B-16, Table 3.3, provides different emission factors for diete with and without silage. These emission factors have been adopted for the animal categories used in the German inventory. For animal categories not considered in EMEP (2013), the emission factors haben been estimated as follows:

The emission factor for "other cattle" is implicitly used for buffalo as buffalo are reported as part of "other cattle" in the German inventory as of Submission 2015.

In a conservative way the emission factors for boars and weaners are approximated by the emission factors for sows and fattening pigs, respectively.

The emission factor given in EMEP (2013) for sheep is interpreted as emission factor for adult sheep. According to the difference in N excretions between lambs and adult sheep (see Chapters 6.4.5 and 6.3.5) it has been assumed that the emission factor for lambs is 40 % of

EMEP (2013)-3B-16, Table 3.3, gibt unterschiedliche Emissionsfaktoren für Fütterung mit und ohne Silage an. Diese Emissionsfaktoren werden für die im deutschen Inventar berücksichtigten Tierkategorien übernommen. Für Tierkategorien, die in EMEP (2013) nicht berücksichtigt worden sind, wurden Emissionsfaktoren geschätzt:

Der Emissionsfakor für „übrige Rinder" wird implizit auch für Büffel verwendet, da diese im deutschen Inventar ab Submission 2015 zusammen mit den übrigen Rindern berichtet werden.

In konservativer Weise wird für Eber der Emissionsfaktor von Sauen und für Aufzuchtferkel der von Mastschweinen übernommen.

Der in EMEP (2013) angegebene Emissionsfaktor für Schafe wird als Emissionsfaktor für erwachsene Schafe interpretiert. Entsprechend dem Unterschied in der N-Ausscheidung von Lämmern und erwachsenen Schafen (siehe Kapitel 6.4.5 und 6.3.5) wird für Lämmer ange-

the emission factor for adult sheep.

The emission factor provided in EMEP (2013) for horses is interpreted as emission factor for heavy horses. Hence, for light horses and ponies the emission factor given in EMEP (2013) for mules and asses has been used. (As of Submission 2015, mules and asses are part of the animal category "horses", see Chapter 7.)

Because of the relative similarity of the housing systems between pullets and broilers the missing emission factor for pullets has been generated by adopting the emission factor for broilers.

Table 3.4 shows the resulting list of emission factors. For cattle and horses (including mules and asses) the German inventory uses the emission factors for diets with silage, for all other animals the emission factors for diets without silage. The factors used in the German inventory are printed in bold.

nommen, dass der Emissionsfaktor für Lämmer 40 % des Emissionsfaktors für erwachsene Schafe entspricht.

Der in EMEP (2013) angegebene Emissionsfaktor für Pferde wird als Emissionsfaktor für Großpferde interpretiert. Für Kleinpferde und Ponys wird der in EMEP (2013) angegebene Emissionsfaktor für Esel und Maultiere verwendet. (Esel und Maultiere werden ab Submission 2015 bei den Pferden mitberichtet, siehe Kapitel 7.)

Wegen der relativen Ähnlichkeit des Haltungsverfahrens wird für Junghennen der Emissionsfaktor von Masthähnchen übernommen.

Table 3.4 zeigt die resultierende Liste der Emissionsfaktoren. Für Rinder und Pferde (incl. Esel und Maultiere) werden im deutschen Inventar die Emissionsfaktoren für Silagefütterung verwendet, für alle anderen Tiere die Emissionsfaktoren für eine Fütterung ohne Silage. Die im Inventar verwendeten Emissionsfaktoren sind fett gedruckt.

Table 3.4: Emission factors $EF_{NMVOC, MM}$ used for NMVOC emissions from manure management

Animal subcategories	Emission factor for NMVOC with silage feeding kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for NMVOC without silage feeding kg pl^{-1} a^{-1}
Dairy cows	**17.937**	8.047[a]
Other cattle (calves, heifers, male beef cattle, suckler cows, mature males > 2 years	**8.902**	3.602[a]
Sows, breeding boars	-	**1.704**
Fattening pigs, weaners	-	**0.551**
Adult sheep	0.279[a]	**0.169**
Lambs[b]	0.112 [a]	**0.068**
Goats	0.624[a]	**0.542**
Heavy horses[c]	**7.781**	4.275[a]
Light horses and ponies[d]	**3.018**	1.470[a]
Laying hens	-	**0.165**
Broilers and pullets	-	**0.108**
Geese, ducks, turkeys	-	**0.489**

Source: EMEP(2013)-3B-16, Table 3-3.
[a] EF not used in the German inventory
[b] refers to 40 % of the sheep EF in the EMEP table
[c] refers to horses in the EMEP table
[d] refers to mules and asses in the EMEP table

The emission calculation procedure provides only a first estimate of NMVOC emissions from animal husbandry, see EMEP(2013)-3B-33. However, the EMEP (2013) guidebook does not quantify the uncertainty. Hence it is assumed that the uncertainty of the NMVOC emission factors is in the range of the uncertainty of the PM emission factors (factor 3, see Chapter 3.3.4.5). As this uncertainty exceeds that of the animal numbers by far, the uncertainty of the resulting NMVOC emissions is of the same order of magnitude as the uncertainty of the emissionfactor. The distribution is asymmetric (lognormal).

Das Verfahren kann lediglich als ein erster Ansatz zur Schätzung von NMVOC-Emissionen aus der Tierhaltung gelten, siehe EMEP(2013)-3B-33. Dort werden aber keine quantitativen Angaben zur Unsicherheit gemacht. Es wird daher angenommen, dass die Unsicherheit der NMVOC-Emissionsfaktoren im Bereich der Unsicherheit der PM-Emissionsfaktoren liegt (Faktor 3, siehe Kapitel 3.3.4.5). Da diese erheblich größer ist als die Unsicherheit der Tierzahlen, ist die Unsicherheit der resultierenden NMVOC-Emissionen in der gleichen Größenordnung zu erwarten wie die Unsicherheit des Emissionsfaktors. Die Verteilung ist asymmetrisch (Lognormal-Verteilung).

3.3.4.3 *N emissions / N-Emissionen*

3.3.4.3.1 *N mass flow concept / N-Massenfluss-Konzept*

The N mass flow within the manure management system is treated according to DÄMMGEN and HUTCHINGS (2005), see also REIDY et al., 2008. Figure 3.4 depicts the general procedure. For Germany the term „yards“ is used only in context with emission calculations for dairy cows; it means “milking area” and includes the milking parlour and the waiting yard. The calculation procedure pertaining to the N flux scheme is described in Chapter 3.3.4.3.5.

Starting point of the N flux scheme is the N excretion that is subdivided into organic N (excreted as faeces) and ammoniacal N (TAN, excreted as urine). However, differing from Figure 3.4, the different reference quantities for NH_3 emission factors on the one hand and the emission factors for N_2O, NO and N_2 on the other hand (TAN for NH_3, total N for N_2O, NO and N_2) require the two N pools “total N” and “TAN” to be used troughout the entire the N flow concept rather than the combination of “organic N” and “TAN”. For the excretions of N and TAN see Chapter 3.3.3.2.

In order to account for different emission factors, the N flow concept partitions the N excretions of an animal between housing and pasture if grazing has to be considered. For dairy cows the milking area has to be taken into account in the excretion portioning. For an exemplary calculation of the excretion partitioning see Chapter 4.3.8.5.1.

Along the chain housing – storage – spreading, emissions of NH_3, N_2O, NO and N_2 are calculated based on the contents of the two forementioned N pools (see Chapter 3.3.4.3.5). Along the chain these emissions gradually diminish the amount available of total N and TAN. For solid manure systems the contributions by bedding material are also taken into account; for details see Chapter 3.3.4.3.2. Transformation processes in the storage are described in Chapter 3.3.4.3.4.

In former emission reporting submissions (including that of 2012) the emissions of N_2O-N, NO-N and N_2 from storage had been subtracted from the TAN pool alone. With this method, the introduction of the new and markedly higher N_2O emission factor for solid manure storage in submission 2013 in some cases led to negative TAN amounts for the field application of solid manure. In order to avoid this problem, from submission 2013 onwards the nitrogen emitted with N_2O, NO und N_2 is subtracted from the TAN and N_{org} pools proportionally to the contents of the pools (see Chapter 3.3.4.3.5, Equations (3.61) and (3.62)). Nitrogen emitted with NH_3 is still subtracted from the TAN pool only.

For animals that spend certain times on pasture, the calculation of emissions from grazing are calculated proportionally to the total N excretion and the time spent on pasture. These emissions are reported in the sector of managed agricultural soils, see Chapter 11.5.

For sake of clarity, Figure 3.4 does not distinguish between specific types of housing, storage and application. The types used in Germany are listed in the animal chapters from Chapter 4 onwards (see sub-chapters for

Der N-Massenfluss im Wirtschaftsdünger-Management der Säugetiere wird nach DÄMMGEN und HUTCHINGS (2005) behandelt, siehe dazu auch REIDY et al., 2008. Figure 3.4 zeigt die allgemeine Vorgehensweise, wobei „yards“ in Deutschland für „Melkbereich“ beim Milchvieh steht, (Melkstand und Vorwartehof), ansonsten im Inventar aber nicht vorkommt. Die Umsetzung des Schemas in eine Berechnungsmethodik wird in Kapitel 3.3.4.3.5 beschrieben.

Ausgangspunkt des N-Fluss-Konzeptes ist die N-Ausscheidung, unterteilt in organisches N (ausgeschieden als Kot) und TAN (total ammoniacal nitrogen, ausgeschieden als Harn). Aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrößen für NH_3-Emissionsfaktoren einerseits und N_2O, NO- und N_2-Emissionsfaktoren andererseits (TAN für NH_3, Gesamt-N für N_2O, NO- und N_2) werden für die Inventarberechnungen allerdings abweichernd von Figure 3.4 die beiden N-Pools „Gesamt-N“ (Summe von organischem N und TAN) und „TAN“ benötigt. Zur Ausscheidung von Gesamt-N und TAN siehe Kapitel 3.3.3.2.

Im N-Fluss-Konzept werden, sofern Weidegang zu berücksichtigen ist, die tierischen Ausscheidungen zur Berücksichtigung unterschiedlicher Emissionsfaktoren auf Stall und Weide aufgeteilt; bei Milchkühen ist zusätzlich der Melkbereich zu berücksichtigten. Zur Berechnung der Aufteilung der N-Ausscheidungen siehe beispielhaft Kapitel 4.3.8.5.1.

Entlang der Kette Stall - Lager - Ausbringung werden aus den vorgenannten Pools NH_3-, N_2O-, NO- und N_2-Emissionen berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.3.5). Dabei verringern sich verfügbares N und TAN von Bereich zu Bereich. Bei Festmistsystemen wird neben den tierischen Ausscheidungen zusätzlich noch der N-Eintrag durch das Einstreumaterial berücksichtigt, worauf Kapitel 3.3.4.3.2 noch näher eingeht. Transformationsprozesse im Lager werden in Kapitel 3.3.4.3.4 beschrieben.

Bis zur Berichterstattung 2012 einschließlich wurden N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus dem Bereich Stall/Lager allein vom TAN-Pool subtrahiert. Durch die Einführung des neuen, erheblich höheren nationalen N_2O-Emissionsfaktors für Festmistlagerung zur Berichterstattung 2013 ergab sich, dass damit negative TAN-Mengen bei der Mist-Ausbringung auftreten konnten. Um dies zu verhindern, wird seit der Berichterstattung 2013 das als N_2O, NO und N_2 emittierte N anteilsmäßig von TAN-Pool und N_{org}-Pool subtrahiert (proportional zum Inhalt der Pools, siehe Kapitel 3.3.4.3.5, Gleichungen (3.61) und (3.62)). Als NH_3 emittierter Stickstoff wird weiterhin nur vom TAN-Pool subtrahiert.

Bei Tieren mit Weidegang werden die weidebedingten Emissionen proportional zu N-Ausscheidung und anteiliger Verweildauer auf der Weide berechnet. Sie werden im Bereich „Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden“ in Kapitel 11.5 berichtet.

Um in Figure 3.4 die Übersichtlichkeit zu wahren, wurde darauf verzichtet, spezielle Stall- und Lagerformen sowie Ausbringungstechniken darzustellen. Details hierzu gehen aus den Unterkapiteln in den Tierbeschrei-

the methane conversion factors and emission factors). It was also refrained from showing the flow of the nitrogen filtered by air scrubbing systems (see Chapter 3.3.4.4). (The inventory assumes that the nitrogen filtered by air scrubbing systems can be considered TAN and is added to the amount of TAN to be spread (without considering any N losses during storage).

Digestion of manure and the storage of the residues (i. e. the combination of digester and residue storage) is considered a separate storage type. It is descriobed in detail in Chapter 3.3.4.4.

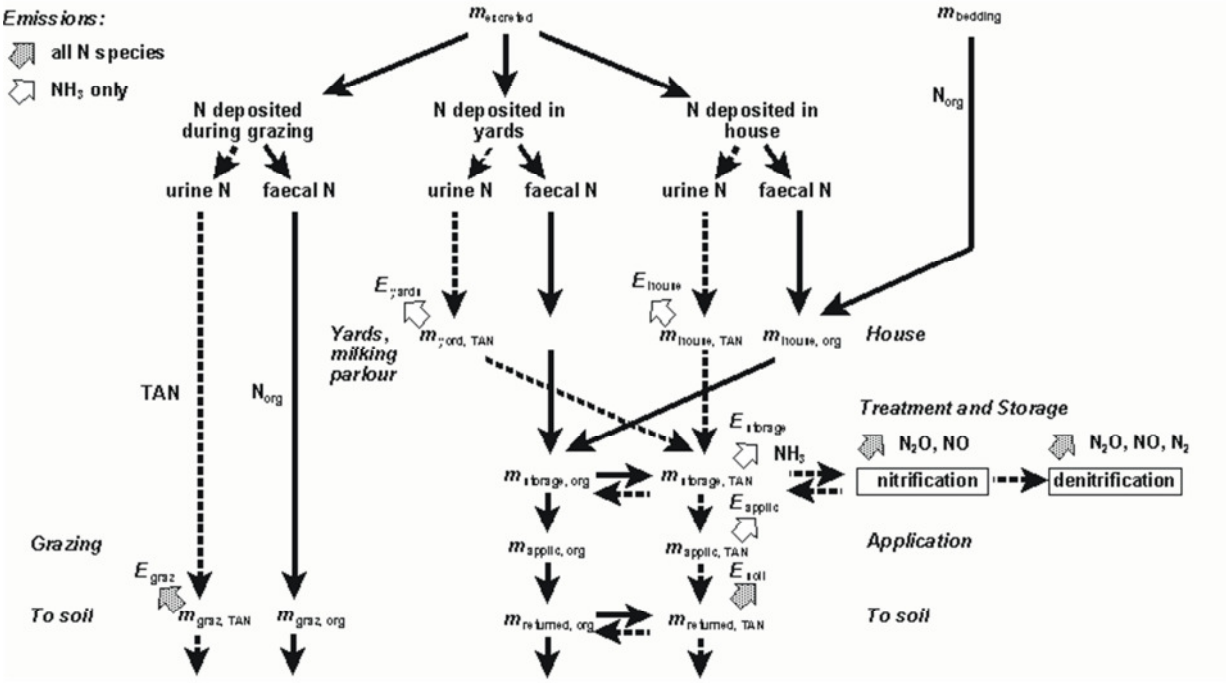
In the emission reporting according to IPCC (2006) the manure management is assigned indirect N_2O emissions that result from transformation processes in soils forming indirect N_2O from the deposition of ractive nitrogen (NH_3 and NO) emitted from the manure management (housing and storage, including digestates of manure digestion) as well as indirect N_2O from leaching and runoff of N from the manure management (including anaerobic digestion of manure). For details see Chapter 3.3.4.3.6.

bungen ab Kapitel 4 hervor, in denen Methanumwandlungsfaktoren und Emissionsfaktoren beschrieben werden. Ebenso wurde darauf verzichtet, den aus der Abluftreinigung im Stall (siehe Kapitel 3.3.4.4) resultierenden Stickstoff-Pfad abzubilden. (Das Inventar geht davon aus, dass das in Abluftreinigungsanlagen abgeschiedene N als TAN angesehen werden muss und ohne Lagerungsverluste mit unbehandelter Gülle ausgebracht wird.)

Auf die als eigenständiger Lagertyp betrachtete Vergärung von Wirtschaftsdünger incl. Gärrestelagerung sowie die Ausbringung von Gärresten aus vergorener Gülle geht Kapitel 3.3.4.4 ein.

In der Berichterstattung nach IPCC (2006) werden dem Wirtschaftsdünger-Management auch indirekte N_2O-Emissionen zugeordnet. Diese entstehen bei Umsetzungsprozessen in Böden aus reaktivem Stickstoff, der aus der Deposition von NH_3 und NO aus dem Wirtschaftsdünger- und Gärreste-Management stammt, (Stall, Lager) sowie infolge von Auswaschung oder Oberflächenabfluss aus dem Wirtschaftsdünger- und Gärreste-Management. Auf Details geht Kapitel 3.3.4.3.6 ein.

Figure 3.4: N flows in an animal subcategory (mammals)



m: mass from which emissions may occur. Narrow broken arrows: TAN; narrow continuous arrows: organic N. The horizontal arrows denote the process of immobilisation in systems with bedding occurring in the house, and the process of mineralisation during storage, which occurs in any case. Broad hatched arrows denote emissions assigned to manure management: *E* emissions of N species (E_{yard} NH_3 emissions from yards; E_{house} NH_3 emissions from house; $E_{storage}$ NH_3, N_2O, NO and N_2 emissions from storage; E_{applic} NH_3 emissions during and after spreading. Broad open arrows mark emissions from soils: E_{graz} NH_3, N_2O, NO and N_2 emissions during and after grazing; $E_{returned}$ N_2O, NO and N_2 emissions from soil resulting from manure input. For further information see text.

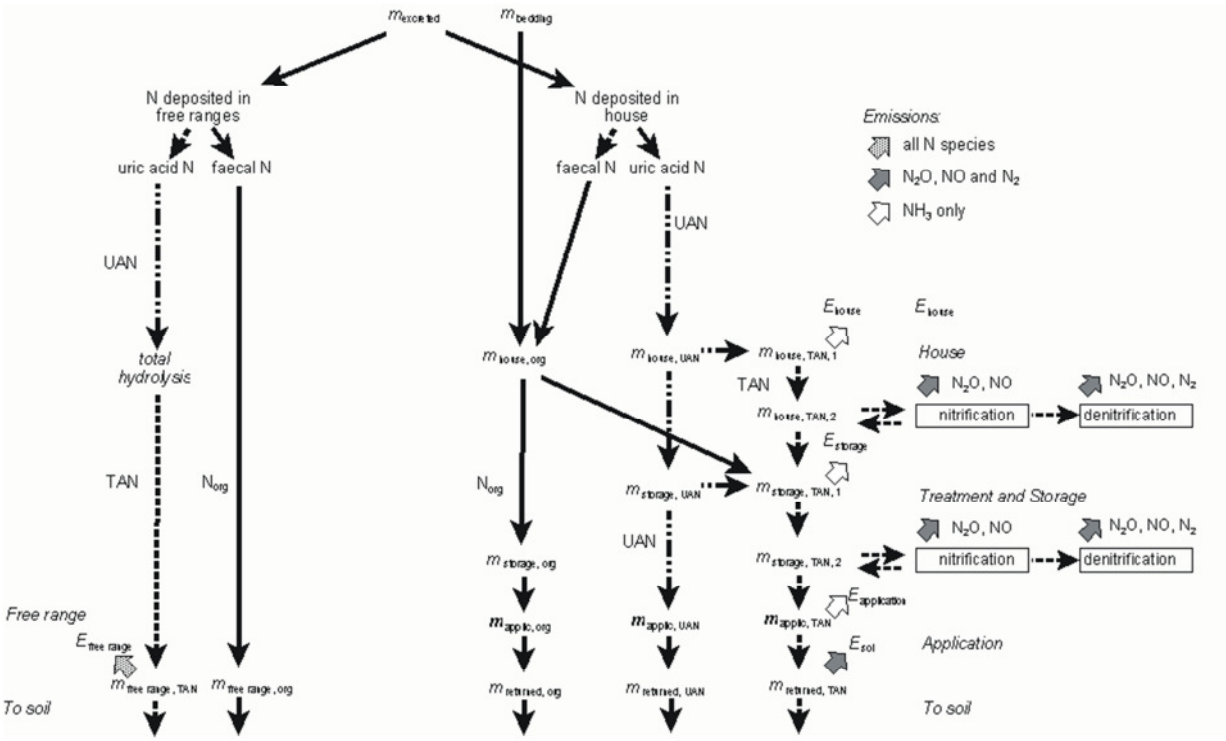
Birds excrete N in the form of undigested organic N and in uric acid (uric acid nitrogen, UAN). The latter is hydrolised to form ammonium carbonate (see DÄMMGEN and ERISMAN, 2005). Thus, in principle, three fractions of N would have to be traced, as shown in Figure 3.5. However, the assumption made in the emission calculations that UAN can be treated as TAN (see Chapter

Vögel scheiden N in Form von unverdautem organischen N und Harnsäure aus (uric acid nitrogen, UAN). Letztere hydrolysiert zu Ammoniumcarbonat (vgl. DÄMMGEN und ERISMAN, 2005). Es müssten also prinzipiell drei N Fraktionen im Massenfluss berücksichtigt werden. Figure 3.5 veranschaulicht dies. Durch die Annahme, dass UAN als TAN berücksichtigt werden kann (sie-

3.3.3.2) reduces the number of pools that need to be considered to the two pools "total N" and "TAN". Hence, the inventory treats poultry according to Figure 3.4.

he Kapitel 3.3.3.2), reduziert sich in der Emissionberechnung die Anzahl der zu berücksichtigenden N-Pools aber auf die zwei Pools „Gesamt-N" und „TAN". Daher wird Geflügel ebenfalls nach Figure 3.4 behandelt.

Figure 3.5: N flows in an animal subcategory (birds)



m: mass from which emissions may occur. Narrow broken arrows: TAN; narrow broken and dotted line: UAN; narrow continuous arrows: organic N. The horizontal arrows denote the process of immobilisation in systems with bedding occurring in the house, and the process of mineralisation during storage, which occurs in any case. Broad hatched arrows denote emissions assigned to manure management: *E* emissions of N species (E_{yard} NH_3 emissions from yards; E_{house} NH_3 emissions from house; $E_{storage}$ NH_3, N_2O, NO and N_2 emissions from storage; E_{applic} NH_3 emissions during and after spreading. Broad open arrows mark emissions from soils: E_{graz} NH_3, N_2O, NO and N_2 emissions during and after grazing; $E_{returned}$ N_2O, NO and N_2 emissions from soil resulting from manure input. For further information see text.

3.3.4.3.2 *Bedding in solid-manure systems / Einstreu in Festmistsystemen*

In the inventory, N input by bedding material is accounted for as N input with straw. The straw N amounts entering the system depend on animal categories and housing systems and will be listed in the subsequent animal chapters (s. Chapter 4 and subsequent chapters). An overview can be found in the data file "Tables_Submission_20XX.xls" on sheet "AI_1005FHO" on the CD provided with this work.

Emission calculations for animals grazing all day (cattle except dairy cows, sheep) are based on the assumeption that no bedding material is used during the grazing period.

N balance calculations are based on a mean dry matter content of straw of 0.86 kg kg^{-1} (Faustzahlen, KTBL, 2009, p. 213) and a mean fresh matter-related N content of 0.005 kg kg^{-1} N (DÜNGEVERORDNUNG, 2007). Hence, the N content of dry matter is close to 0.0058 kg kg^{-1}. This N content is consistent with the N content used for the calculation of emissions from crop residues (see Table 11.8 in Chapter 11.7.1.5). All straw N is considered to be organic N, of which 50 % mineralize to TAN (expert

Das Inventar berücksichtigt N-Einträge durch Einstreu als N-Einträge durch Stroh. Die Einstreu-N-Mengen hängen von Tierart und Haltungsform ab und werden in den nachfolgenden Tier-Kapiteln angegeben (s. ab Kapitel 4). Eine Übersicht findet sich auf der beiliegenden Daten-CD in der Datei „Tables_Submission_20XX.xls" auf dem Tabellenblatt „AI_1005FHO".

Bei der Emissionsberechnung wird bei Tieren mit überwiegend ganztägigem Weidegang (Rinder ohne Milchkühe, Schafe) berücksichtigt, dass für die Zeit der Weideperiode keine Einstreu erfolgt.

Es wird von einer mittleren Stroh-Trockenmasse von 0,86 kg kg^{-1} (Faustzahlen, KTBL, 2009, S. 213) und einem mittleren N-Gehalt von 0,005 kg kg^{-1} in der Frischmasse ausgegangen (DÜNGEVERORDNUNG, 2007). Dementsprechend liegt der N-Gehalt in der Trockenmasse bei 0,0058 kg kg^{-1}. Der N-Gehalt ist konsistent zu dem für die Berechnung von Emissionen aus Ernterückständen verwendeten N-Gehalt (siehe Table 11.8 in Kapitel 11.7.1.5). Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem nach einem Experten-

judgement DÖHLER H, KTBL). Table 3.5 summarizes the relevant properties of straw as used in this inventory.

urteil (DÖHLER H, KTBL) 50 % zu TAN mineralisieren. Table 3.5 zeigt eine Übersicht über die im Inventar zugrunde gelegten Stroh-Eigenschaften.

Table 3.5: Straw properties in animal husbandry

dry matter content (DM) [a]	0.86	kg kg^{-1}
N content (related to DM) [b]	0.0058	kg kg^{-1} N
of which TAN [c]	50	%

Source: [a] KTBL (2009), p. 213; [b] DÜNGEVERORDNUNG (2007), p. 9&10; [c] Döhler (KTBL, expert judgement)

3.3.4.3.3 *Air scrubbing (NH_3 and PM) / Abluftreinigung(NH_3 und Partikel)*

Optionally, the inventory calculation procedure can take into account a mitigation of the NH_3 emissions and of particulate matter emissions from housing by a scrubber system.

Im Inventar ist die Möglichkeit gegeben, die Minderung der NH_3-Emissionen und der Partikelemissionen aus dem Stall durch ein Abluftreinigungssystem zu berücksichtigen.

$$E_{\text{house, eff}} = E_{\text{house}} \cdot (1 - \varphi_{\text{as}}) \quad \textbf{(3.32)}$$

$E_{\text{house, eff}}$ ammonia emissions per place and year from the house after air scrubbing (in kg pl^{-1} a^{-1})
E_{house} ammonia emissions per place and year from the house before air scrubbing (in kg pl^{-1} a^{-1})
φ_{as} removal efficiency of the air scrubber system (kg kg^{-1}), see Chapter 3.4.5.2

For the filter efficiency φ_{as} see Chapter 3.4.5.2.

The calculation of national total emissions from emissions per animal place $E_{\text{house, eff}}$ has to take into account the fraction of animal places equipped with air scrubbers.

Zur Filtereffizienz φ_{as} siehe Kapitel 3.4.5.2.

Für die Berechnung der nationalen Gesamtemission aus der tierplatzbezogenen Emission $E_{\text{house, eff}}$ ist der relative Anteil der mit Abluftreinungsanlagen ausgestatteten Tierplätze zu berücksichtigen.

$$E_{\text{house, nat}} = n_{\text{animal}} \cdot [E_{\text{house, eff}} \cdot x_{\text{as}} + E_{\text{house}} \cdot (1 - x_{\text{as}})] \quad \textbf{(3.33)}$$

$E_{\text{house, nat}}$ national total of ammonia emissions from housing (in kg a^{-1})
$E_{\text{house, eff}}$ ammonia emissions per place and year from the house after air scrubbing (in kg pl^{-1} a^{-1})
E_{house} ammonia emissions per place and year from the house before air scrubbing (in kg pl^{-1} a^{-1})
x_{as} fraction of animal places equipped with air scrubbers (pl pl^{-1}), see Chapter 3.4.5.2

The inventory assumes that the N filtered by air scrubbing systems is to be considered as TAN and is, without N losses from storage, added to the TAN pool of untreated slurry to be spreaded.

The mitigation of particulate matter emissions from housing by air scrubbing is calculated by analogy to the mitigation of NH_3 emissions. The inventory does not account for the fate of the filtered particulate matter.

Das Inventar geht davon aus, dass das in Abluftreinigungsanlage abgeschiedene N als TAN angesehen werden muss und ohne Lagerungsverluste mit dem Wirtschaftsdünger (Gülle) ausgebracht wird.

Die Minderung von Partikelemissionen aus dem Stall durch Abluftreinigung wird analog zur Minderung der NH_3-Emissionen berechnet. Der Verbleib der ausgefilterten Partikel wird nicht weiter verfolgt.

3.3.4.3.4 *Transformation processes in the storage / Transformationsprozesse im Lager*

For untreated slurry, it is assumed that 10 % of the TAN entering storage is converted to $N_{org,}$ while 10 % of the N_{org} entering storage is converted to TAN. (Due to lack of data, treatment of slurry is not considered in the inventory).

According to expert judgement of the EAGER working group it is assumed that in solid manure management systems of mammals 40 % of the TAN entering the storage will be immobilized, if enough bedding material is available (which is assumed to be true in the inventory).

In contrast to that, it is assumed that in poultry husbandry with bedding there is no immobilisation of UAN,

Für unbehandelte Gülle wird angenommen, dass von den in das Lager gelangenden TAN- und N_{org}-Fraktionen je 10 % in die jeweils andere Fraktion umgewandelt werden. (Güllebehandlung wird mangels Daten im Inventar nicht berücksichtigt.)

Nach Expertenurteil der EAGER-Arbeitsgruppe wird bei Säugetieren für Festmistsysteme angenommen, dass 40 % der ins Lager gelangenden TAN-Menge immobilisiert werden, sofern ausreichend Einstreu vorhanden ist (was im Inventar als gegeben vorausgesetzt wird).

In der Geflügelhaltung mit Einstreu wird dagegen davon ausgegangen, dass keine Immobilisierung von UAN erfolgt, da durch die möglichst trockenen Hal-

because the preferably dry conditions in poultry husbandry impede the respective chemical processes.

According to expert judgement by HELMUT DÖHLER, (KTBL), the inventory assumes that in solid systems of mammals (except deep bedding and sloped floor) the N stored as *leachate ("Jauche")* is 25 % of the N excreted in the housing minus NH_3-N emissions from housing. For sloped floor the inventory uses a lower value (13 %). Deep bedding does not produce leachate (0 %).

According to Table 2.14 in DÖHLER et al. (2002), the TAN content of *leachate* is set to 90 %.

tungsbedingungen die entsprechenden chemischen Prozesse verhindert werden.

Basierend auf einem Expertenurteil (HELMUT DÖHLER, KTBL) geht das Inventar davon aus, dass bei Säugetieren in Festmistsystemen (außer Tiefstreu und Tretmist) 25 % der N-Ausscheidungen im Stall abzgl. der NH_3-N-Emissionen aus dem Stall als Jauche-N gelagert werden. Bei Tretmist wird ein niedrigerer Wert angesetzt: 13 %. Bei Tiefstreu entsteht keine Jauche (0 %).

Der TAN-Gehalt der Jauche wird nach Tabelle 2.14 in DÖHLER et al. (2002) mit 90 % angenommen.

3.3.4.3.5 *The emission calculation procedure / Berechnung der Emissionen*

Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

In order to assess emissions, the Tier 1 approach combines animal numbers with default emission factors, irrespective of the national N excretion data and the national charactistics in animal husbandry:

Das Stufe-1-Verfahren kombiniert zur Berechnung von Emissionen Tierzahlen mit default-Emissionsfaktoren ohne Berücksichtigung der nationalen Ausscheidungen und Haltungsverfahren:

$$E_{\mathrm{NH3,\ MM,\ i}} = EF_{\mathrm{NH3,\ MM,\ i}} \cdot n_{\mathrm{i}} \quad \textbf{(3.34)}$$

$$E_{\mathrm{N2O,\ MM,\ i}} = EF_{\mathrm{N2O,\ MM,\ i}} \cdot n_{\mathrm{i}} \quad \textbf{(3.35)}$$

$$E_{\mathrm{NO,\ MM,\ i}} = EF_{\mathrm{NO,\ MM,\ i}} \cdot n_{\mathrm{i}} \quad \textbf{(3.36)}$$

$$E_{\mathrm{N2,\ MM,\ i}} = EF_{\mathrm{N2,\ MM,\ i}} \cdot n_{\mathrm{i}} \quad \textbf{(3.37)}$$

$E_{\mathrm{NH3,\ MM,\ i}}$	NH_3 emission from manure management of animal category i (in kg a^{-1} NH_3)
$EF_{\mathrm{NH3,\ MM,\ i}}$	emission factor for animal category i (in kg pl^{-1} a^{-1} NH_3)
n_{i}	number of animal places for animal category i (in pl)
etc.	

The N2O mentioned in this chapter is direct N2O. For indirect N2O from the deposition of reactive N emitted from housing and storage see Chapter 3.3.4.3.6.

Details for each animal category will be presented in the respective chapters as of Chapter 4.

Bei N_2O handelt es sich um direkte N_2O-Emissionen. Zu den indirekten N_2O-Emissionen als Folge des Wirtschaftsdünger-Managements in Stall und Lager siehe Kapitel 3.3.4.3.6.

Einzelheiten werden in den Tier-Kapiteln ab Kapitel 4 beschrieben.

Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

Typically, the Tier 2 approach to assess emissions combines the Tier 1 emission equations with emission factors which take national N excretion data and the national housing, storage and application details into account. For each animal category they establish one single national emission factor (analogue for N_2O, NO and N_2).

Das Stufe-2-Verfahren kombiniert die Emissionsgleichungen des Stufe-1-Verfahrens mit Emissionsfaktoren, die aus nationalen Standardwerten für Ausscheidungen und unter Berücksichtigung der Haltungsverfahren abgeleitet werden. Sie ergeben je Tierkategorie einen einzigen mittleren Emissionsfaktor, der proportional zur N-Ausscheidung ist (analog für N_2O, NO und N_2).

$$E_{\mathrm{NH3,\ MM,\ i}} \propto m_{\mathrm{excr,\ i}} \cdot n_{\mathrm{i}} \quad \textbf{(3.38)}$$

$E_{\mathrm{NH3,\ MM,\ i}}$	NH_3 emission from manure management of animal category i (in kg a^{-1} NH_3)
m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
n_{i}	number of animal places for animal category i (in pl)

Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

The Tier 3 methodology presupposes a detailed treatment of energy and feed requirements, if possible combined with a high resolution in space, and treats emissions as part of the N flow in the system.

Figure 3.4 shows the N flow system that is used to calculate the annual NH_3, N_2O, NO and N_2 emissions from each animal subcategory. This method reconciles the requirements of both the Atmospheric Emission Inventory Guidebook for NH_3 emissions and the IPCC for greenhouse gas emissions (DÄMMGEN and HUTCHINGS, 2008).

Das Stufe-3-Verfahren bedient sich detaillierter Energiebedarfsbetrachtungen, möglichst mit einer höheren räumlichen Auflösung als die Gesamtnation unter Berücksichtigung der N-Flüsse im System.

Das in Figure 3.4 illustrierte N-Flussschema wird zur Berechnung der Emissionen von NH_3, N_2O, NO und N_2 für jede Tier-Unterkategorie angewendet. Dieses Verfahren berücksichtigt sowohl die Erfordernisse des Atmospheric Emission Inventory Guidebook für NH_3 als auch der IPCC Guidelines für die Treibhausgase (DÄMMGEN und HUTCHINGS, 2008)

Initially the amount of the annual N excreted (see Chapter 3.3.3.2) that is deposited in the animal house, in yards and during grazing is calculated, based on the total annual excretion and the fractions of excreta deposited in these locations (x_{house}, x_{yards} and x_{graz}, respectively). These proportions depend on the fraction of the year the animals spend grazing, in yards and in the animal housing.

Für die Berechnung der Emissionen erfolgt zunächst die Berechnung der N-Mengen, die im Stall, auf befestigten Flächen oder während des Weidegangs ausgeschieden werden (siehe Kapitel 3.3.3.2). Hierzu werden die Gesamtausscheidungen mit Anteilen x_{house}, x_{yards} bzw x_{graz} multipliziert. Diese Anteile hängen davon ab, welche Zeitanteile die Tiere auf der Weide, auf den befestigten Flächen und im Stall verbringen.

$$m_{graz} = x_{graz} \cdot m_{excr} \quad \textbf{(3.39)}$$

$$m_{yard} = x_{yard} \cdot m_{excr} \quad \textbf{(3.40)}$$

$$m_{house} = x_{house} \cdot m_{excr} \quad \textbf{(3.41)}$$

m_{graz}	amount of nitrogen excreted on pasture (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
x_{graz}	share of nitrogen excreted on pasture (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{excr}	amount of total nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N), see Chapter 3.3.3.2
m_{yard}	amount of nitrogen excreted in the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
x_{yard}	share of nitrogen excreted in the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{house}	amount of nitrogen excreted in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
x_{house}	share of nitrogen excreted in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

The fraction of TAN in N excreted is to use to calculate the amounts of N readily convertible to ammonia (TAN) and organic N deposited during grazing, in yards and in the animal house.

Mit dem TAN-Anteil der N-Ausscheidungen werden die Gehalte an rasch in Ammoniak umwandelbarem N (TAN) und organischem N berechnet, die auf der Weide, den befestigten Flächen und im Stall abgesetzt werden.

$$m_{graz,\,org} = (1 - x_{TAN}) \cdot m_{graz} \quad \textbf{(3.42)}$$

$$m_{graz,\,TAN} = x_{TAN} \cdot m_{graz} \quad \textbf{(3.43)}$$

$$m_{yard,\,org} = (1 - x_{TAN}) \cdot m_{yard} \quad \textbf{(3.44)}$$

$$m_{yard,\,TAN} = x_{TAN} \cdot m_{yard} \quad \textbf{(3.45)}$$

$$m_{house,\,org} = (1 - x_{TAN}) \cdot m_{house} \quad \textbf{(3.46)}$$

$$m_{house,\,TAN} = x_{TAN} \cdot m_{house} \quad \textbf{(3.47)}$$

$m_{graz,\,org}$	amount of organic nitrogen excreted by faeces on pasture (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
x_{TAN}	fraction of nitrogen excreted as TAN (in kg kg^{-1})
m_{graz}	amount of nitrogen excreted on pasture (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
etc.	

By multiplying the amount of TAN $m_{TAN,\,house}$ with the TAN related emission factor EF_{house} and the amount of TAN $m_{TAN,\,yard}$ with the related emission factor EF_{yard} the

Durch Multiplikation der TAN-Menge mit den TAN-bezogenen Emissionsfaktoren für den Stall EF_{house} und befestigte Flächen EF_{yard} werden die NH_3-N-Verluste aus

NH_3-N losses from the animal house, E_{house}, and yard, E_{yard}, are calculated:

dem Stall, E_{house}, und den befestigten Flächen, E_{yard}, berechnet:

$$E_{house} = m_{TAN,\,house} \cdot EF_{house} \quad \textbf{(3.48)}$$

$$E_{yard} = m_{TAN,\,yard} \cdot EF_{yard} \quad \textbf{(3.49)}$$

E_{house}	ammonia emission from the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{TAN,\,house}$	amount of TAN excreted in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
EF_{house}	ammonia emission factor for housing (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
etc.	

The calculation of the emissions from grazing is described in Chapter 11.5.

Die Berechnung der Emissionen aufgrund von Weidegang ist in Kapitel 11.5 beschrieben.

Optionally, the inventory calculation procedure can take into account a mitigation of the NH_3 emissions (and of particulate matter emissions) from housing by a scrubber system (see Chapter 3.3.4.3.3). The filtered N is added to the TAN pool of slurry to be spread, see Chapter 3.3.4.3.3.

Das Inventar bietet die Option, die Minderung von NH_3-Emissionen (sowie von Partikel-Emissionen) aus dem Stall durch ein Abluftreinigungssystem zu berücksichtigen, wobei die ausgefilterte N-Menge als TAN in die Gülle-Ausbringung eingeht. Zu Details siehe Kapitel 3.3.4.3.3.

For housing systems with bedding the bedding material is dealt with as straw and considered part of the nitrogen budget. For the properties of straw see Chapter 3.3.4.3.2. The amount of N contained in the bedding material ($m_{bedding}$) is considered N_{org} in straw.

Bei Haltungssystemen mit Einstreu wird die Einstreu als Stroh angesehen und in der N-Bilanz berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh siehe Kapitel 3.3.4.3.2. Die in der Einstreu enthaltene N-Menge ($m_{bedding}$) wird zunächst als N_{org} in Stroh berücksichtigt.

$$m_{straw,\,org}{}^{*} = m_{bedding} \quad \textbf{(3.50)}$$

$m_{straw,\,org}{}^{*}$	amount of organic nitrogen in straw used as bedding material (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{bedding}$	amount of nitrogen contained in bedding material (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

It is assumed that a certain fraction of the organic N in straw mineralizes to TAN (for the fraction x_{min} see Chapter 3.3.4.3.2):

Es wird eine Mineralisierung von organischem Stroh-N zu TAN angenommen (zur Mineralisierungsrate x_{min} siehe Kapitel 3.3.4.3.2):

$$m_{straw,\,org} = m_{straw,\,org}{}^{*} \cdot (1 - x_{min,\,straw}) \quad \textbf{(3.51)}$$

$$m_{straw,\,TAN} = m_{straw,\,org}{}^{*} \cdot x_{min,\,straw} \quad \textbf{(3.52)}$$

$m_{straw,\,org}$	amount of organic nitrogen in straw used as bedding material, after mineralisation (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{straw,\,org}{}^{*}$	amount of organic nitrogen in straw used as bedding material (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{straw,\,TAN}$	amount of TAN originating from straw used as bedding material (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$x_{min,\,straw}$	rate of mineralisation for straw used as bedding material (in kg kg^{-1})

For each animal category the N excretions dropped in the house and in the yards are reduced by the amount of N emissions and then transferred to the storage. This is done according to the fractions of slurry-based and solid manure systems, which, for sake of simplicity, is not demonstrated here. Instead, in the following each type of storage systems is described as if it took all the N input from housing and yards.

In addition, slurry-based systems are distinguished according whether there is a storage of untreated slurry or a storage of disgested slurry (including the digester).

Getrennt für jede Tierkategorie gelangen die N-Mengen aus dem Stall und von den befestigten Flächen nach Abzug der dort emittierten N-Mengen in die entsprechenden Lagersysteme. Dies erfolgt getrennt nach Flüssigmist- und Festmistsystemen. Der Einfachheit halber werden im Folgenden diese beiden verschiedenen Systemkategorien so beschrieben, als wenn sie allein auftreten würden.

Bei den güllebasierten Systemen wird zusätzlich zwischen der Lagerung von unbehandelter Gülle einerseits und der Vergärung von Gülle mit anschließender Gärrestelagerung andererseits unterschieden.

For untreated slurry, it is assumed that a fraction $x_{tra,\,sto}$ of the TAN entering storage is converted to N_{org}, while a fraction $x_{tra,\,sto}$ of the N_{org} entering storage is converted to TAN.

Für unbehandelte Gülle wird angenommen, dass von den in das Lager gelangenden TAN- und N_{org}-Fraktionen je ein relativer Anteil $x_{tra,\,sto}$ in die jeweils andere Fraktion umgewandelt werden.

$$m_{storage,org} = (m_{house,org} + m_{yard,org}) \cdot (1 - x_{tra,sto}) + [(m_{house,TAN} - E_{house}) + (m_{yard,TAN} - E_{yard})] \cdot x_{tra,sto} \quad \textbf{(3.53)}$$

$$m_{storage,TAN} = [(m_{house,TAN} - E_{house}) + (m_{yard,TAN} - E_{yard})] \cdot (1 - x_{tra,sto}) + (m_{house,org} + m_{yard,org}) \cdot x_{tra,sto} \quad \textbf{(3.54)}$$

$m_{storage,\,org}$	the amount of organic N entering storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{house,\,org}$	the amount of organic N that was dropped in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{yard,\,org}$	the amount of organic N that was dropped in the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$x_{tra,\,sto}$	fraction of transformation of N to TAN and vice versa (in kg kg^{-1}), see Chapter 3.3.4.3.4
$m_{house,\,TAN}$	the amount of TAN that was dropped in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
E_{house}	the amount of N emitted during housing (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$M_{yard,\,TAN}$	the amount of TAN that was dropped in the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
E_{yard}	the amount of N emitted from the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{storage,\,TAN}$	amount of TAN in the storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

During anaerobic digesetion of slurry (see Chapter 3.3.4.4) the relative share of TAN increases on the expense of N_{org} share. At present the result of this process cannot be quantified. Hence it is not accounted for in the inventory.

Bei der Güllevergärung (siehe Kapitel 3.3.4.4) wächst der relative Anteil von TAN auf Kosten von N_{org}. Das Ergebnis dieses Prozesses kann derzeit nicht quantifiziert werden und bleibt daher im Inventar unberücksichtigt.

With mammals it is assumed that in the FYM storage a certain fraction of the amount of TAN entering storage is immobilised to N_{org}. For poultry hunsbandry with bedding it is assumed that there is no immobilisation of UAN.

Additionally, the N amount contributed by bedding material (i. e. straw) has to be taken into account.

For the formation of leachate ("Jauche") see Chapter 3.3.4.3.4.

Bei Säugetieren wird für das Festmistlager davon ausgegangen, dass ein Teil der in das Lager gelangenden TAN-Menge zu N_{org} immobilisiert wird. Bei Geflügel mit Einstreu wird von fehlender UAN-Immobilisierung ausgegangen.

Zusätzlich sind noch die N-Beiträge aus der als Stroh angenommenen Einstreu zu berücksichtigen.

Zur Bildung von Jauche wird auf Kapitel 3.3.4.3.4 verwiesen.

$$m_{storage,\,org} = m_{house,\,org} + m_{yard,\,org} + [(m_{house,\,TAN} - E_{house}) + (m_{yard,\,TAN} - E_{yard})] \cdot x_{imm} + m_{straw,\,org} \quad \textbf{(3.55)}$$

$$m_{storage,\,TAN} = [(m_{house,\,TAN} - E_{house}) + (m_{yard,\,TAN} - E_{yard})] \cdot (1 - x_{imm}) + m_{straw,\,TAN} \quad \textbf{(3.56)}$$

$m_{storage,\,org}$	amount of organic nitrogen in the storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{house,\,org}$	the amount of organic N that was dropped in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{yard,\,org}$	the amount of organic N that was dropped in the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{house,\,TAN}$	the amount of TAN that was dropped in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
E_{house}	the amount of N emitted during housing (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$M_{yard,\,TAN}$	the amount of TAN that was dropped in the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
E_{yard}	the amount of N emitted from the yards (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
x_{imm}	rate of immobilisation (in kg kg^{-1}), see Chapter 3.3.4.3.4
$m_{storage,\,TAN}$	amount of TAN in the storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{straw,\,org}$	amount of organic N input with straw (in kg pl^{-1} a^{-1} N), see Chapter 3.3.4.3.2
$m_{straw,\,TAN}$	amount of TAN input with straw (in kg pl^{-1} a^{-1} N), see Chapter 3.3.4.3.2

With knowledge of the N-amount in the respective storage system the N emissions from storage can be calculated. Any calculation has to take into account that all emission factors for N_2O, NO and N_2 are related to the overall N inputs (i.e. the inputs with faeces, urine and bedding material) and hence describe the overall emission from housing and storage.

According to IPCC (2006), i. e. as of Submission 2015, the fraction of indirect N_2O emissions that is caused by

Mit Kenntnis der N-Mengen im entsprechenden Lagersystem können die N-Emissionen aus dem Lager berechnet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 auf die Summe der im Stall ausgeschiedenen N-Menge und des N-Eintrags durch Einstreu beziehen und jeweils die Gesamtemission aus Stall und Lager beschreiben.

Der Anteil der indirekten N2O-Emissionen, der auf Emissionen von NH_3 und NO aus Stall und Lager zurück-

emissions of NH_3 and NO from housing and storage is no longer reported among the emissions from agricultural soils but as a contribution by animal husbandry, see also Chapter 3.3.4.3.6. IPCC (2006) also requires the calculation of indirect N_2O emissions from nitrogen leaching and run-off from storage. However, as leaching from storage is forbidden by law, it is not taken into account in the German inventory.

The calculations of emissions from untreated and digested manure are done separately, because the pertaining emission factors are different. The calculation is proportional to the amounts of N in manure that are transferred to the various storage types. For N emissions from digestion and storage of digestion residues see Chapters 3.3.4.4.2 and 3.3.4.4.3. Chapter 3.4.4.2.1 describes the relative share of manure N that is treated by anaerobic digestion.

geht, wird nach IPCC (2006) ab Submission 2015 nicht mehr in den Boden-Kapiteln beschrieben und berichtet, sondern in den Tier-Kapiteln, siehe dazu auch Kapitel 3.3.4.3.6. IPCC (2006) sieht ein analoges Vorgehen auch für die indirekten N_2O-Emissionen durch Versickerung während der Lagerung vor (Auswaschung). Eine solche Versickerung ist nach deutschen Gesetzen verboten und wird daher in Inventar nicht berechnet.

Die Berechnung der Emissionen aus unbehandeltem und vergorenem Wirtschaftsdünger erfolgt wegen unterschiedlicher Emissionsfaktoren getrennt und proportional zu den Gülle-N-Mengen, die in diese beiden verschiedenen Lagertypen eingebracht werden. Zu N-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Vergärung und Gärrestelagerung siehe Kapitel 3.3.4.4.2 und 3.3.4.4.3. Auf die Anteile der in die Vergärung eingehenden N-Mengen am Gesamt-N-Aufkommen geht Kapitel 3.4.4.2.1 ein.

$$E_{\text{storage,NH3-N}} = m_{\text{storage,TAN}} \cdot EF_{\text{storage,NH3-N}} \quad \textbf{(3.57)}$$

$$E_{\text{storage,N2O-N}} + E_{\text{storage,NO-N}} + E_{\text{storage,N2}} = (m_{\text{house}} + m_{\text{bedding}}) \cdot (EF_{\text{storage,N2O-N}} + EF_{\text{storage,NO-N}} + EF_{\text{storage,N2}}) \quad \textbf{(3.58)}$$

$E_{\text{storage, NH3-N}}$	NH_3-N emissions from storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{storage, TAN}}$	modified amount of TAN passed to the storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$EF_{\text{storage, NH3-N}}$	NH_3-N emission factor for storage (in kg kg^{-1})
$E_{\text{storage, N2O-N}}$	N_2O-N emissions from storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$E_{\text{storage, NO-N}}$	NO-N emissions from storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$E_{\text{storage, N2}}$	N_2 emissions from storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{house}	amount of nitrogen excreted in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{bedding}	amount of nitrogen contained in bedding material (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$EF_{\text{storage, N2O-N}}$	N_2O-N emission factor (combined for house and storage!) (in kg kg^{-1})
$EF_{\text{storage, NO-N}}$	NO-N emission factor (combined for house and storage!) (in kg kg^{-1})
$EF_{\text{storage, N2}}$	N_2 emission factor (combined for house and storage!) (in kg kg^{-1})

For the values of the emission factors for NH_3 and N_2O see the respective sections from Chapter 4 onwards.

IPCC does not provide NO emission factors. A list of emission factors is given in EMEP(2013)-3B-28, Table 3.8, for a Tier 2 treatment of emissions. This Table refers to DÄMMGEN et al. (2007), which is the German emission inventory 2008 for 2006 that was never published. Hence, the EMEP emission factors cannot be traced back.

The NO emission factors for a Tier 1 treatment listed in EMEP(2009)-4B-16, Table 3-2 (see also EMEP (2013)-3B-15, Table 3.2) are related to animal places. Thus they are not adequate for the N flow scheme (here: Equation (3.58)). Comparative calculations with the Tier 1 method according to EMEP (2009) showed that the overall NO emissions from sector 4.B can be satisfactorily reproduced with GAS-EM, if one chooses a NO emission factor that is 10 % of the respective N_2O emission factor (see HAENEL, 2012). In the meantime, for submission 2013, the N_2O emission factor for solid manure storage has been modified from 0.005 to 0.013 kg kg^{-1} (see e. g. Chapter 4.2.2). However, as the absolute emission contributions from solid storage manure to total national emissions are comparatively small, it can be

Für die Werte der NH_3- und N_2O-Emissionsfaktoren siehe die entsprechenden Unterkapitel ab Kapitel 4.

IPCC gibt keine Emissionsfaktoren für NO an. In EMEP(2013)-3B-28, Table 3.8, findet sich eine Liste von NO-Emissionsfaktoren für das Stufe-2-Verfahren, für die als Quelle „DÄMMGEN et al. (2007)“ angegeben wird. Der damit zitierte deutsche Emissionsbericht 2008 für 2006 ist allerdings nie veröffentlicht worden, und die von EMEP angegebenen Emissionsfaktoren sind nicht nachvollziehbar.

Die in EMEP(2009)-4B-16, Table 3-2 , (siehe auch EMEP (2013)-3B-15, Table 3.2) angegebenen Stufe-1-Emissionsfaktoren für NO beziehen sich auf den Tierplatz und sind daher für die Anwendung im N-Fluss-Konzept (d. h. für Gleichung (3.58)) nicht geeignet. Vergleichsrechnungen von HAENEL et al. (2012) zeigten, dass für die Submission 2012 die mit der Stufe-1-Methode nach EMEP (2009) berechneten deutschen NO-Gesamtemissionen aus dem Sektor 4.B mit GAS-EM gut reproduziert werden konnten, indem der auf N bezogene NO-N-Emissionsfaktor mit 10 % des N_2O-N-Emissionsfaktors angesetzt wurde. Inzwischen wurde gegenüber der Submission 2012 der N_2O-N-Emissionsfaktor für die Festmistlagerung von 0,005 auf 0,013 kg kg^{-1} heraufgesetzt (siehe z. B. Kapitel 4.2.2). Da der Beitrag der

assumed that the factor of proportionality of 10 % found by HAENEL et al. (2012) may still hold and does not need to be reduced.

The N flow approach (see Chapter 3.3.4.3.1) also considers emissions of N_2. Following JARVIS and PAIN (1994), the emission factors are assumed to be three times the N_2O-N emission factors.

Alltogether, the following relation of N_2O-N, NO-N and N_2 emission factors for housing and storage is used in the German emission inventory:

Festmistlagerung zu den Gesamtemissionen aber relativ gering ist, wurde auf eine Neujustierung (d. h. Verringerung) des 10 %-Proportionalitätsfaktor verzichtet.

Die Emissionsfaktoren für die im N-Fluss-Konzept (siehe Kapitel 3.3.4.3.1) ebenfalls zu berücksichtigenden Emissionen von N_2 werden nach JARVIS & PAIN (1994) als das Dreifache der N_2O-N-Emissionsfaktoren angesetzt.

Insgesamt gilt damit im deutschen Inventar für die Verhältnisse der N_2O-N-, NO-N- und N_2-Emissionsfaktoren für Stall und Lager zueinander:

$$EF_{\text{storage,NO-N}} = 0.1 \cdot EF_{\text{storage,N2O-N}} \quad \textbf{(3.59)}$$

$$EF_{\text{storage,N2}} = 3 \cdot EF_{\text{storage,N2O-N}} \quad \textbf{(3.60)}$$

$EF_{\text{storage, N2O-N}}$ N_2O-N emission factor (combined for house and storage!) (in kg kg^{-1})
$EF_{\text{storage, NO-N}}$ NO-N emission factor (combined for house and storage!) (in kg kg^{-1})
$EF_{\text{storage, N2}}$ N_2 emission factor (combined for house and storage!) (in kg kg^{-1})

The following equations are used to calculate N_{org} and TAN that is applied to the field, remembering to subtract the emissions of NH_3, N_2O, NO and N_2 from the storage. The NH_3 emissions are complettely subtracted from the TAN pool, while the emissions of N_2O-N, NO-N and N_2 are partioned between TAN and N_{org} using a partioning factor f_{TAN} ($0 \leq f_{TAN} \leq 1$). For f_{TAN} it is plausible to choose the relative TAN content, i. e. the amount of TAN divided by the amount of total N which is the sum of TAN and N_{org}.

Die folgenden Gleichungen ermitteln unter Berücksichtigung von NH_3-, N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus dem Lager die zur Ausbringung gelangenden N_{org} und TAN-Mengen. Dabei werden die NH_3-Emissionen vollständig aus dem TAN-Pool abgezogen, während die übrigen Emissionsverluste mit Hilfe eines Faktors f_{TAN} ($0 \leq f_{TAN} \leq 1$) auf N_{org}- und TAN-Pool aufgeteilt werden. Für f_{TAN} wird in plausibler Weise der relative TAN-Gehalt gewählt, der sich als Quotient von TAN zu Gesamt-N-Menge (= TAN + N_{org}) ergibt.

$$m_{\text{applic,org}} = m_{\text{storage,org}} - (1 - f_{\text{TAN}}) \cdot (E_{\text{storage,N2O-N}} + E_{\text{storage,NO-N}} + E_{\text{storage,N2}}) \quad \textbf{(3.61)}$$

$$m_{\text{applic,TAN}} = m_{\text{storage,TAN}} - E_{\text{storage,NH3-N}} - f_{\text{TAN}} \cdot (E_{\text{storage,N2O-N}} + E_{\text{storage,NO-N}} + E_{\text{storage,N2}}) \quad \textbf{(3.62)}$$

$m_{\text{applic, org}}$ amount of organic nitrogen passed to application (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{applic, TAN}}$ amount of TAN passed to application (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
E_{storage} total N emissions (NH_3, N_2O, NO and N_2) from storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
f_{TAN} fraction of N_2O-N, NO-N and N_2 emitted from the TAN pool

The emissions of N_2O are calculated as follows (emissions of NO and N_2 by analogy):

Die N_2O-Emissionen aus dem Lager werden dafür wie folgt berechnet (analog für NO- und N_2-Emissionen):

$$E_{\text{N2O-N}} = (m_{\text{house}} + m_{\text{bedding}}) \cdot EF_{\text{N2O-N}} \quad \textbf{(3.63)}$$

$E_{\text{storage, N2O-N}}$ N_2O-N emissions from storage (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{house} amount of nitrogen excreted in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{bedding} amount of nitrogen contained in bedding material (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$EF_{\text{N2O-N}}$ N_2O-N emission factor (combined for house and storage) (in kg kg^{-1})

This calculation procedure applies separately to the various storage types, which requires to attribute fractions of $m_{\text{storage, org}}$ and $m_{\text{storage,TAN}}$ to the various storage systems according to their respective frequency. It is taken into account that the digestion of slurry and the storage of the residues (i. e. the combination of digester and residue storage) is considered a separate storage type (see Chapter 3.3.4.4).

Diese Berechnung ist für die verschiedenen Lagerverfahren getrennt vorzunehmen, wozu $m_{\text{storage, org}}$ und $m_{\text{storage,TAN}}$ entsprechend der relativen Häufigkeit der Lagerverfahren auf diese aufgeteilt werden. Dabei wird im GAS-EM-Modell berücksichtigt, dass die Güllevergärung (incl. Gärrestelagerung) nach dem Konzept in IPCC (2006) einen eigenständigen Typ von Lagerverfahren darstellt (siehe Kapitel 3.3.4.4).

All nitrogen leaving the various storage systems (separately for the different animal categories and sepa-

Die aus den Lagersystemen zur Ausbringung kommenden N-Mengen (getrennt für jede Tierkategorie und

rately for untreated and digested manure) is added up and redistributed to the different types of spreading according to the respective frequencies. The N filtered by air scrubbing systems in the housing is added to the TAN pool of untreated slurry to be spreaded. The emission of NH_3-N during and immediately after field application is calculated as follows (for the emissionfactor see animal descriptions in Chapters 4 ff):

für unbehandelten und vergorenen Wirtschaftsdünger) werden zusammengefasst und nach den gegebenen Häufigkeiten auf die verfügbaren Ausbringungstechniken verteilt. Das von Abluftreinigungsanlagen im Stall ausgefilterte N wird zu der zur Aubringung vorgesehenen TAN-Menge von unbehandelter Gülle addiert. Die NH_3-N-Emissionen, die sich unmittelbar aus der Ausbringung ergeben, werden dann wie folgt berechnet (zum Emissionsfaktor siehe Tierbeschreibungen ab Kapitel 4):

$$E_{\text{applic, NH3}} = m_{\text{applic, TAN}} \cdot EF_{\text{applic, NH3}} \quad \textbf{(3.64)}$$

$E_{\text{applic, NH3}}$	NH_3-N emissions from application (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{applic, TAN}}$	amount of TAN passed to the application (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$EF_{\text{applic, NH3}}$	NH_3-N emission factor for application (in kg kg^{-1})

Finally the amount of N returned to soil is calculated. Therefor the amount of N excreted on pasture is to be taken into account as well as the NH_3 emissions during grazing. The amount of N returned to soil as well as some of the data used in the subsequent equation are needed for the calculation of emissions of N_2O, NO und N_2, see Chapter 11.

Abschließend wird unter Berücksichtigung der auf der Weide ausgeschiedenen N-Menge und der daraus daraus resultierenden NH_3-Emission die in den Boden gelangende N-Menge berechnet. Diese Berechnung und teilweise die eingehenden Daten werden zur Berechnung von N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus dem Boden benötigt, siehe Kapitel 11.

$$m_{\text{returned}} = m_{\text{applic,org}} + (m_{\text{applic,TAN}} - E_{\text{applic,NH3}}) + (m_{\text{graz}} - E_{\text{graz, NH3}}) \quad \textbf{(3.65)}$$

m_{returned}	total amount of nitrogen returned to soil (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{applic, org}}$	amount of organic nitrogen passed to application (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{applic, TAN}}$	amount of TAN passed to application (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$E_{\text{applic, NH3}}$	NH_3-N emissions from application (in kg pl^{-1} a^{-1} NH_3-N)
m_{graz}	amount of nitrogen excreted during grazing (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

and

$$E_{\text{graz,NH3}} = m_{\text{graz,TAN}} \cdot EF_{\text{graz,NH3}} \quad \textbf{(3.66)}$$

$E_{\text{graz, NH3}}$	NH_3-N emissions during grazing (in kg pl^{-1} a^{-1} NH_3-N)
$m_{\text{graz, TAN}}$	amount of TAN excreted during grazing (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$EF_{\text{graz, NH3}}$	NH_3-N emissions during grazing (in kg pl^{-1} a^{-1} NH_3-N)

3.3.4.3.6 *Indirect N2O from manure management / Indirektes N2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

In the emission reporting according to IPCC (2006) the manure management is assigned indirect N_2O emissions that result from transformation processes in soils forming indirect N_2O from the deposition of ractive nitrogen (NH_3 and NO) emitted from the manure management (housing and storage, including digestates of manure digestion) as well as indirect N_2O from leaching and runoff of N from manure management (including anaerobic digestion of manure). However, leaching and/or uncontrolled surface run-off from manure management (including management of digestates) is forbidden by law on grounds of protection of inshore waters (see "JGS-Anlagenverordnung des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen" (JGS-ANLAGENV, 1998) und "Wasserhaushaltsgesetz" (WHG, 2010). Hence, no indirect N_2O from leaching and run-off was calculated for the

In der Berichterstattung nach IPCC (2006) werden dem Wirtschaftsdünger-Management (Sektor 3.B) auch indirekte N_2O-Emissionen zugeordnet. Diese entstehen bei Umsetzungsprozessen in Böden aus reaktivem Stickstoff, der aus der Deposition von NH_3 und NO aus dem Wirtschaftsdünger- und Gärreste-Management stammt, sowie infolge von Auswaschung oder Oberflächenabfluss aus dem Wirtschaftsdünger- und Gärreste-Management. Allerdings sind Versickerung oder unkontrollierter oberirdischer Abfluss aus dem Wirtschaftsdünger- und Gärreste-Management aus Gründen des Gewässerschutzes zu vermeiden, siehe dazu u. a. JGS-Anlagenverordnung des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen (JGS-ANLAGENV, 1998) und Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2010). Daher wurden keine indirekten N_2O-Emissionen aus Auswaschung/ Oberflächenabfluss berechnet. Dies erfolgte für

manure management. This was done so for all years since 1990, meaning a conservative assumption as the nitrogen not emitted by indirect N_2O from leaching and run-off is spreaded and causes therefore higher N2O emissions.

The indirect N2O emissions from deposition of NH3 and NO from manure management (housing and storage; spreading excluded) are calculated proportionally to the amount of N deposited as described in IPCC (2006)-11.21):

alle Jahre ab 1990, was bzgl. der Gesamt-N_2O-Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft eine konservative Annahme darstellt, da der nicht durch N_2O aus Auswaschung/Oberflächenabfluss verloren gegangene Stickstoff ausgebracht wird und dabei höhere N_2O-Emissionen verursacht.

Die indirekten N_2O-N-Emissionen als Folge der Deposition von NH_3 und NO aus Wirtschaftsdünger- und Gärreste-Management (ohne Ausbringung) werden nach IPCC (2006)-11.21 proportional zur deponierten N-Menge berechnet:

$$E_{\text{N2O-N, indirect, MM}} = (E_{\text{NH3-N, MM}} + E_{\text{NO-N, MM}}) \cdot EF_{\text{N2O-N, dep}} \quad \textbf{(3.67)}$$

$E_{\text{N2O-N, indirect,-MM}}$	indirect N_2O-N emissions due to deposition of NH_3-N und NO-N emitted from manure management (including digestates of manures), without spreading (kg pl^{-1} a^{-1})
$E_{\text{NH3-N, MM}}$	total NH_3-N emissions from manure management (including digestates of manures), without spreading (kg pl^{-1} a^{-1})
$E_{\text{NO-N, MM}}$	total NH_3-N emissions from manure management (including digestates of manures), without spreading (kg pl^{-1} a^{-1})
$EF_{\text{N2O-N,}}$ dep	emission factor of indirect N2O-N due to deposition (kg kg^{-1}), see below

The emission factor $EF_{\text{N2O-N, dep}}$ is given as 0.01 kg kg^{-1} N_2O-N (IPCC(2006)-11.24, Table 11.3).

For the calculation of emissions of NH_3 and NO from housing and storage (including storage of digestates from manure) see Chapter 3.3.4.3.5 and the animal chapters as of Chapter 4.

Indirect N_2O emissions as a consequence of spreading of manure (including and digestates of manure) are reported in Sector 3.D. For the calculation procedures see Chapter 12.

Der Emissionsfaktor $EF_{\text{N2O-N, dep}}$ wird mit 0,01 kg kg^{-1} N_2O-N angesetzt (IPCC(2006)-11.24, Table 11.3).

Zur Berechnung der NH_3- und NO-Emissionen aus Stall und Wirtschaftsdüngerlager (incl. Wirtschaftsdünger-Gärreste) siehe Kapitel 3.3.4.3.5 und in den Tierkapiteln ab Kapitel 4.

Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.

3.3.4.4 *Digestion of manure and management of the digestates / Vergärung von Wirtschaftsdünger einschließlich Gärreste-Management*

According to IPCC (2006), Tabelle 10.17, the combination anaerobic digestion of animal manures and the storage of the resulting digestates represent a separate type of storage. This approach was adopted and modified for the German calculations, see subsequent chapters.

In practice, animal manures are digested along with energy plants and different types of organic waste in varying combinations. In this respect, the agricultural inventory considers the following categories of manures: cattle and pig slurry, cattle farmyard manure and poultry manure. The digestion of pig farmyard manure is irrelevant with respect to its relative share of total manure; in addition dada is scarce. Hence digestion of pig farmyard manure is negelected in the inventory. The digestion of organic waste is not a part of the agricultural inventory.

The co-fermentation of manure and energy plants influences the emission-relevant parameters of the digestates during storage and spreading. However, the emission calculations are done separately for manure und digestion of energy plants in order to be able to report these emissons separately. The digestion of manure is described in the following; for the digestion of energy plants see Chapter 3.3.5. Both for manure and energy

Nach IPCC (2006), Tabelle 10.17, gilt die Kombination anaerober Vergärung von Wirtschaftsdünger und der Lagerung der resultierenden Gärreste als eigenständiger Lager-Typ. Dieser Ansatz wurde für die deutschen landwirtschaftlichen Emissionsberechnungen übernommen und ergänzt (siehe nachfolgende Kapitel).

In der Praxis wird Wirtschaftsdünger in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen zusammen mit Energiepflanzen und verschiedenen organischen Abfällen vergoren. Das landwirtschaftliche Inventar berücksichtigt die folgenden Wirtschaftsdüngerarten: Rinder- und Schweinegülle, Rindermist und Geflügelkot. Die mengenmäßig unbedeutende und daher mit Daten schlecht belegte Vergärung von Schweinemist wird im Inventar nicht berücksichtigt. Die Vergärung organischer Abfälle ist nicht Gegenstand des landwirtschaftlichen Inventars.

Die Ko-Fermentierung von Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen beeinflusst die emissionsrelevanten Kennwerte der Gärreste bei Lagerung und Ausbringung. Für das Inventar erfolgt die Emissionsberechnung allerdings getrennt für Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen, damit die substratspezifischen Emissionen separat ausgewiesen werden können. Im Folgenden wird die Vergärung von Wirtschaftsdünger beschrieben; zur

plants the methodology is based on a national concept (HAENEL und WULF, 2014), that represents a widened version of the IPCC concept for green house gas emissions and an approach for NH_3 emissions that works by analogy to the green house gas concept.

The concept of anaerobic digestion of animal manures takes into account emissions from pre-storage of the substrates, from the digester and from the managment of the digestates (storage and spreading). For the emissions of CH4 see Chapter 3.3.4.4.1; emissions of N_2O, NO and N_2 are dealt with in Chapter 3.3.4.4.2 behandelt; Chapter 3.3.4.4.3 describes the emissions of NH_3.

The amounts of N_2O emitted from agricultural soils due to spreading of digestates are calculated along with the emission originating from spreading of untreated animal manures (see Chapter 11.2).

For the activity data needed for the calculation of emissions from digestion of animal manures and the management of digestates see Chapter 3.4.4.

Vergärung von Energiepflanzen siehe Kapitel 3.3.5. In beiden Fällen basiert die Methodik auf einem nationalen Konzept (HAENEL und WULF, 2014), das im Bereich der Treibhausgase eine Erweiterung des IPCC-Konzeptes darstellt und für NH_3 einen analogen Ansatz ableitet.

Im Zusammenhang mit der Vergärung von Wirtschaftsdünger werden Emissionen aus der Vorlagerung des Gärsubstrats, der anschließenden Vergärung sowie dem Gärreste-Management (Lagerung und Ausbringung) berücksichtigt. Zu den Emissionen von CH_4 siehe Kapitel 3.3.4.4.1; N_2O-, NO- und N_2-Emissionen werden in Kapitel 3.3.4.4.2 behandelt; Kapitel 3.3.4.4.3 geht auf die Emissionen von NH_3 ein.

Die als Folge der Gärreste-Ausbringung entstehenden bodenbürtigen N_2O-Emissionen werden im Sektor Boden in Zusammenhang mit der Ausbringung von Wirtschafts dünger berechnet (siehe Kapitel 11.2).

Auf die zur Emissionsberechnung im Zusammenhang mit der Vergärung von Wirtschaftsdünger erforderlichen Aktivitätsdaten geht Kapitel 3.4.4 ein.

3.3.4.4.1 *CH_4 emissions / CH_4-Emissionen*

IPCC (2006) do not provide a specific methodology to calculate CH_4 emissions from anaerobic digestion of slurry and from subsequent storage of the digested slurry, but use the general approach for storage systems, see Chapter 3.3.4.1. In the following the equation given in Chapter 3.3.4.1 will be used but in a form extended by introduction of the factor x_{dig} that gives the fraction of total animal manures that is digested (see Chapter 3.4.4):

IPCC (2006) gibt keine spezielle Methode zur Berechnung von CH_4-Emissionen aus der Vergärung von Gülle und der Lagerung der Gärreste an, sondern verwendet den allgemeinen Ansatz für Lagersysteme, siehe Kapitel 3.3.4.1. Im Folgenden wird die in Kapitel 3.3.4.1 angegebene Formel um den Faktor x_{dig} ergänzt, der den relativen Anteil des gesamten Wirtschaftsdünger-Aufkommens angibt, der vergoren wird (siehe Kapitel 3.4.4):

$$E_{CH4} = x_{dig} \cdot VS \cdot \alpha \cdot B_o \cdot \rho_{CH4} \cdot MCF \qquad \textbf{(3.68)}$$

E_{CH4}	CH_4 emissions from manure digestion and storage of digested manure, per place and year (in kg pl^{-1} a^{-1} CH_4)
x_{dig}	fraction of manure that is digested (in kg kg^{-1})
VS	total annual excretion of volatile solids (in kg pl^{-1} d^{-1})
α	time units conversion factor (365 d a^{-1})
B_o	maximum methane producing capacity, per kg of VS input (in m^3 kg^{-1} CH_4)
ρ_{CH4}	density of methane (ρ_{CH4} = 0.67 kg m^{-3})
MCF	methane conversion factor (in m^3 m^{-3})

The methane conversion factor MCF that ist needed for the method given above is an effective quantity that takes into account the three methane-producing sectors: pre-storage, digester and storage. Digester and storage are parts of the IPCC (2006) concept; the German inventory calculates the additionl emissions from the pre-storage that are not taken into account in the IPCC (2006) concept.

The digester is the system where the production of usable gas takes place. In practice it represents the total gas producing system, i. e. all fermenters and all compartments with secondary digestion from where the gas produced is returned to use, e. g. in a local heating plant. This concept also includes gastight storage compartments if they are connected to the gas collection system. Except for pure slurry digestion, such gastight

Der für diese Berechnungsmethode benötigte Methan-Umwandlungsfaktor MCF ist eine effektive Größe, die drei CH_4 produzierende Bereiche berücksichtigt: Gärsubstrat-Vorlager, Fermenter und Gärrestelager. Fermenter und Gärrestelager sind Bestandteil des IPCC (2006)-Ansatzes; das deutsche Inventar berechnet zusätzlich die im IPCC (2006)-Ansatz nicht berücksichtigten Emissionen aus der Gärsubstrat-Vorlagerung.

Mit „Fermenter“ (bzw. englisch „digester“) wird das System bezeichnet, in dem die Produktion von nutzbarem Gas stattfindet und das in der Praxis dem „gasführenden System“ entspricht, also allen Fermentern und Nachgäreinheiten einer Biogasanlage, in denen das entstandene Gas kontrolliert der Nutzung (z. B. durch ein Blockheizkraftwerk) zugeführt wird. Zu diesem System gehört auch ein gasdichtes Gärrestelager, das für

storage systems are prescribed for new biogas plants up to a hydraulic residence time (see KTBL, 2013a) of 150 days. (In the inventory model GAS-EM, the fate of CH_4 produced in biogas plants for energy generation is not traced.)

The storage of the digestion residues in the IPCC (2006) concept is meant to be a separate storage that is not part of the above mentioned gas collection system. IPCC (2006) distinguishes two different storage types, i. e. gastight storage and storage in an open tank. the German approach takes into account CH_4 losses by leakage in the gastight storage.

For the calculation of the effective methane conversion factor of the combination „digester + residue storage" IPCC (2006)-10.47 (footnote) provides the "Formula 1". However, this formula violates the principle of mass balance, as the CH_4 emissions from digester (by leakage) and from storage are both based on the same amount of VS. Hence the German approach is based on the similar, but correct "Formula 1" provided by IPCC (2000) , pg. 4.36 (footnote). The factor 100 needed to transform $MCF_{storage}$ into percentage units has been forgotten in IPCC (2000). $MCF_{storage}$ will be renamed in the following to $MCF_{residues}$ in order to emphasize that it is the methane conversion factor for the storage only. In the nomeclature used in GAS-EM, "Formula 1" is then given by:

neue Anlagen - außer für reine Gülleanlagen - bis zu einer hydraulischen Verweildauer (siehe KTBL, 2013a) von 150 Tagen vorgeschrieben ist. (Im Inventarmodell GAS-EM wird der Verbleib des zur Energiegewinnung produzierten CH_4 nicht weiter verfolgt.)

Unter Gärrestelager im Sinne des IPCC (2006)-Konzeptes wird ein separates Gärrestelager verstanden, bei dem das entstandene Gas nicht genutzt wird. Es wird zwischen gasdichter Lagerung und offener Lagerung unterschieden. Für die gadichte Lagerung berücksichtigt das deutsche Modell CH_4-Verluste durch Leckage.

Die von IPCC (2006)-10.47 (Fußnote) angegebene „Formula 1" für die Berechnung des effektiven Methanumwandlungsfaktors der Kombination „Fermenter + Gärrestelager" verletzt die Massenbilanz, da die CH_4-Emissionen aus Fermenter (durch Leckage) und Gärrestelager mit der gleichen VS-Menge berechnet werden. Deshalb gründet sich das deutsche Konzept auf die ähnliche, aber korrekte „Formula 1" von IPCC (2000), S. 4.36 (Fußnote). Der zur Prozenteinheit-Umrechnung benötigte Divisor 100 bei $MCF_{storage}$ wurde in IPCC (2000) vergessen. $MCF_{storage}$ wird im Folgenden in $MCF_{residues}$ umbenannt, um zu verdeutlichen, dass es sich um den Methanumwandlungsfaktor ausschließlich des Gärrestelagers handelt. Damit lautet „Formula 1" (in der in GAS-EM üblichen Schreibweise):

$$MCF = \frac{\upsilon_{\mathrm{CH4,\,prod}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\,used}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\,flared}} + MCF_{\mathrm{residues}} \cdot (B_{\mathrm{o}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\,prod}})}{B_{\mathrm{o}}} \qquad \textbf{(3.69)}$$

MCF	effective methane conversion factor for the combination "digester + storage" (in $m^3\ m^{-3}$)
$\upsilon_{CH4,\,prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\,used}$	specific volume of methane used for energy production (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\,flared}$	specific volume of methane flared (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$MCF_{residues}$	methane conversion factor for the storage of digested manure (in $m^3\ m^{-3}$)
B_o	maximum methane producing capacity, per kg of VS input (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)

In practice the residence time necessary to fully exploit the maximum possible methane production B_o is not reached in the gas collection system. In the following the difference, i. e. the potentially still purgeable amount of gas ($B_o - \upsilon_{CH4,\,prod}$), is denoted as "potential of residual gas" the ratio of which to B_o is described by the quantity μ_{rg}:

In der Praxis wird im gasführenden System die notwendige Verweilzeit zum vollständigen Ausschöpfen der maximal möglichen Methanproduktionskapazität B_o nicht erreicht. Die daher potentiell noch freisetzbare Gasmenge $B_o - \upsilon_{CH4\ prod}$ wird im Folgenden als „Restgaspotential" bezeichnet, dessen Verhältnis zu B_o durch die Größe μ_{rg} beschrieben wird:

$$\mu_{\mathrm{rg}} = \frac{B_{\mathrm{o}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\,prod}}}{B_{\mathrm{o}}} \qquad \textbf{(3.70)}$$

μ_{rg}	relative potential of residual gas, related to B_o (with $0 \le \mu_{rg} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
B_o	maximum methane producing capacity per kg of VS (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\,prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)

The units of μ_{rg} take into account that nominator as well as denominator in the equation given above equally relate to the amount of VS put into the biogas plant which means that it is not necessary to keep the VS unit (kg). For the value of μ_{rg} used in the inventory see Chapter 3.4.4.2.2.

Bei der Einheit von μ_{rg} ist berücksichtigt, dass sich sowohl Nenner als auch Zähler in obiger Gleichung in gleicher Weise auf die in die Biogasanlage eingebrachte VS-Menge beziehen, so dass die VS-Einheit (kg) nicht weiter mitgeführt werden muss. Zu dem für das Inventar verwendeten Wert von μ_{rg} siehe Kapitel 3.4.4.2.2.

Hence the ratio of $\upsilon_{CH4,\ prod}$ to B_o is given by:

Somit gilt für das Verhältnis von $\upsilon_{CH4,\ prod}$ zu B_o:

$$\frac{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ prod}}}{B_{\mathrm{o}}} = 1 - \mu_{\mathrm{rg}} \qquad \textbf{(3.71)}$$

$\upsilon_{CH4,\ prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
μ_{rg}	relative potential of residual gas, related to B_o (with $0 \le \mu_{rg} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
B_o	maximum methane producing capacity, related to VS (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)

The term $\upsilon_{CH4,\ prod}$ - $\upsilon_{CH4,\ used}$ - $\upsilon_{CH4,\ flared}$ in equation (3.69) is part of the digester's methane balance (related to VS input) which can be completed by the methane loss $\upsilon_{CH4,\ leak}$ due to leakage.

Die Differenz $\upsilon_{CH4,\ prod}$ - $\upsilon_{CH4,\ used}$ - $\upsilon_{CH4,\ flared}$ in Gleichung (3.69) ist Teil der Methan–Bilanz des Fermenters (bezogen auf den VS-Eintrag), die durch den leckagebedingten CH_4-Verlust $\upsilon_{CH4,\ leak}$ vervollständigt wird:

$$\upsilon_{\mathrm{CH4,\ prod}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\ used}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\ flared}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\ leak}} = 0 \qquad \textbf{(3.72)}$$

$\upsilon_{CH4,\ prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\ used}$	specific volume of methane used for energy production (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\ flared}$	specific volume of methane flared (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\ leak}$	specific volume of methane due to leakage and maintenance works (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)

The loss of methane $\upsilon_{CH4,\ leak}$ by leakage can be described by the leakage rate L_{prod} of the digester:

Der leckagebedingte CH_4-Verlust $\upsilon_{CH4,\ leak}$ lässt sich als Leckagerate L_{prod} des Fermenters definieren:

$$L_{\mathrm{prod}} = \frac{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ leak}}}{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ prod}}} \qquad \textbf{(3.73)}$$

L_{prod}	leakage rate of the digester, related to $CH_{4,\ prod}$ (with $0 \le L_{prod} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
$\upsilon_{CH4,\ leak}$	specific volume of methane due to leakage and maintenance works (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\ prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)

The units of L_{prod} take into account that nominator as well as denominator in the euqation given above equally relaty to the amount of VS put into the biogas plant which means that it is not necessary to keep the VS unit (kg). For the value of L_{prod} used in the inventory see Chapter 3.4.4.2.2.

Using equations (3.71) to (3.73) the first summand in the fraction on the right hand side of equation (3.69) can be transformed as follows:

Bei der Einheit von L_{prod} wurde berücksichtigt, dass sich sowohl Nenner als auch Zähler in obiger Gleichung in gleicher Weise auf die in die Biogasanlage eingebrachte VS-Menge beziehen, so dass die VS-Einheit (kg) nicht weiter mitgeführt werden muss. Zu dem für das Inventar verwendeten Wert von L_{prod} siehe Kapitel 3.4.4.2.2.

Mit Hilfe der Gleichungen (3.71) bis (3.73) lässt sich der erste Summand im Bruch auf der rechten Seite von Gleichung (3.69) wie folgt umformen.

$$\frac{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ prod}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\ used}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\ flared}}}{B_{\mathrm{o}}} = \frac{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ leak}}}{B_{\mathrm{o}}} = \frac{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ prod}}}{B_{\mathrm{o}}} \cdot \frac{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ leak}}}{\upsilon_{\mathrm{CH4,\ prod}}} = (1 - \mu_{\mathrm{rg}}) \cdot L_{\mathrm{prod}} \qquad \textbf{(3.74)}$$

$\upsilon_{CH4,\ prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\ used}$	specific volume of methane used for energy production (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\ flared}$	specific volume of methane flared (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
B_o	maximum methane producing capacity (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$\upsilon_{CH4,\ leak}$	specific volume of methane due to leakage and maintenance works (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
μ_{rg}	relative potential of residual gas, related to B_o (with $0 \le \mu_{rg} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
L_{prod}	relative leakage rate of the digester, related to $CH_{4,\ prod}$ (with $0 \le L_{prod} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)

The second summand in the fraction on the right hand side of equation (3.69) is transformed using equation (3.70):

Der zweite Summand im Bruch auf der rechten Seite von Gleichung (3.69) wird mit Gleichung (3.70) umgeformt zu:

$$\frac{MCF_{\mathrm{storage}} \cdot (B_{\mathrm{o}} - \upsilon_{\mathrm{CH4,\ prod}})}{B_{\mathrm{o}}} = MCF_{\mathrm{residues}} \cdot \mu_{\mathrm{rg}} \qquad \textbf{(3.75)}$$

$MCF_{storage}$	methane conversion factor for the storage of digested manure (in $m^3\ m^{-3}$)
$\upsilon_{CH4,\ prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
B_o	maximum methane producing capacity, per kg of VS input (in $m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
$MCF_{residues}$	methane conversion factor for the storage of digested manure (in $m^3\ m^{-3}$)
μ_{rg}	relative potential of residual gas, related to B_o (with $0 \le \mu_{rg} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)

Using equations (3.74) and (3.75) equation (3.69) becomes:

Mit Gleichung (3.74) und (3.75) wird Gleichung (3.69) zu:

$$MCF = (1-\mu_{rg}) \cdot L_{prod} + \mu_{rg} \cdot MCF_{residues} \quad \textbf{(3.76)}$$

MCF	effective methane conversion factor for the combination "digester + storage" (in $m^3\ m^{-3}$)
μ_{rg}	relative potential of residual gas, related to B_o (with $0 \le \mu_{rg} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
L_{prod}	leakage rate of the digester, related to $CH_{4,\ prod}$ (with $0 \le L_{prod} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
$MCF_{residues}$	methane conversion factor for the storage of digested manure (in $m^3\ m^{-3}$), see below

The German concept assume that even a gastight storage of digestates has a certain leakage. This leakage rate is described by the storage-specific leakage rate $L_{sto,\ gt}$ ($m^3\ m^{-3}$), see Chapter 3.4.4.2.2. Taking into account the leakage rate and the relative share of gastight storage of digestates (x_{gts}, see Chapter 3.4.4.2.1), the resulting $MCF_{residues}$ is given by:

Das deutsche Konzept geht davon aus, dass beim gasdichten Gärrestelager eine gewisse Leckage unterstellt werden muss, die durch die Leckagerate $L_{sto,\ gt}$ ($m^3\ m^{-3}$) beschrieben wird. Zu $L_{sto,\ gt}$ siehe Kapitel 3.4.4.2.2. Damit und unter Berücksichtigung des relativen Anteils der gasdichten Lagerung (x_{gts}, siehe Kapitel 3.4.4.2.1) ergibt sich für $MCF_{residues}$:

$$MCF_{residues} = x_{gts} \cdot L_{sto,\ gt} + (1-x_{gts}) \cdot MCF_{ngts} \quad \textbf{(3.77)}$$

$MCF_{residues}$	methane conversion factor for the storage of digested manure (in $m^3\ m^{-3}$)
x_{gts}	share of gastight storage of the digestates (with $0 \le L_{sto,\ gt} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
$L_{sto,\ gt}$	leakage rate of the gastight storage (with $0 \le L_{prod} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
MCF_{ngts}	methane conversion factor for the non-gastight storage of digestates (in $m^3\ m^{-3}$)

For the MCF of the non-gastight storage (MCF_{ngts}) see Chapter 3.4.4.2.2.

Zur Wahl des MCF für das nicht gasdichte Lager (MCF_{ngts}) siehe 3.4.4.2.2.

Biogas plants that are fed with animal manures have, as a rule, a pre-storage or, for slurry, a storage below slatted floors. The CH_4 losses from the pre-storage reduce the CH_4 production potential in the digester an the storage of the digestates. This is taken into into account by modifying Equation (3.76) to (for MCF_{ps} see Chapter 3.4.4.2.2):

Biogasanlagen, in denen Wirtschaftsdünger vergoren wird, verfügen i. d. R. über eine Vorgrube oder bei Gülle über eine Lagerung unter Spalten. Die aus der Vorlagerung des Gärsubstrats erfolgenden CH_4-Emissionen reduzieren das Potential der CH_4-Entstehung in Fermenter und Gärrestelager. Damit wird Gleichung (3.76) zu der schließlich im Inventar verwendeten Gleichung (zu MCF_{ps} siehe Kapitel 3.4.4.2.2):

$$MCF = MCF_{ps} + (1-MCF_{ps}) \cdot [(1-\mu_{rg}) \cdot L_{prod} + \mu_{rg} \cdot MCF_{residues}] \quad \textbf{(3.78)}$$

MCF	effective methane conversion factor for the combination "prestorage + digester + storage" (in $m^3\ m^{-3}$)
MCF_{ps}	methane conversion factor for prestorage (in $m^3\ m^{-3}$)
μ_{rg}	relative potential of residual gas, related to B_o (with $0 \le \mu_{rg} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
L_{prod}	leakage rate of the digester, related to $CH_{4,\ prod}$ (with $0 \le L_{prod} \le 1\ m^3\ m^{-3}$)
$MCF_{residues}$	methane conversion factor for the storage of digested manure (in $m^3\ m^{-3}$), see above

Chapter 3.4.4.2.2 provides an assessment of the resulting MCF values in relation to MCF values obtained without digestion, and of the impact of anaerobic digestion on CH_4 emissions from manure management.

Eine Bewertung der resultierenden MCF-Werte im Verhältnis zu MCF-Werten ohne Vergärung einschließlich der Auswirkung auf die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management findet sich in Kapitel 3.4.4.2.2.

3.3.4.4.2 *Emissions of N2O, NO and N2 / Emissionen von N2O, NO und N2*

Table 3.6 gives an overwiew of how the German inventory calculates N_2O emissions from the various subsystems of a biogas plant:

Table 3.6 vermittelt einen Überblick darüber, für welche Biogasanlagen-Teilsysteme das deutsche Inventar N_2O-Emissionen berechnet.

Table 3.6: Digestion of manure, N2O emissions

		slurry	farmyard manure / poultry manure
prestorage		0	Equation (3.79)
digester		0	0
storage	gastight	0	0
	non gastight	Equation (3.80)	Equation (3.80)

As a rule, during the short time of pre-storage of slurry along with effective mixing no natural crust can develop. In case a natural crust has developed there is no time to dry. As only a dry crust allows for nitrification of NH_4 to NO_3 as pre-stage for N_2O, the formation of emissions of N_2O, NO and N_2 from pre-storage of slurry is neglected in the inventory ($EF_{N2O\text{-}N,\ dig,\ PS}$ = 0; index PS meaning pre-storage).

On the other hand, N_2O emissions from pre-storage of farmyard manure and poultry manure cannot be neglected. These emissions are calculated proportionally to the amount of N fed into the digestion (i. e. the sum of N excretions and N contributions by bedding material):

Bei der Vorlagerung von Gülle wird durch die kurze Verweilzeit und die gute Durchmischung i. d. R. keine Schwimmdecke ausgebildet. Eine eventuell existierende Schwimmdecke trocknet nicht aus. Da nur in abtrocknenden Schwimmdecken Nitrifikation von NH_4 zu NO3- als Vorstufe zur N_2O-Bildung stattfinden kann, wird die Bildung von N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aus Gülle-Vorgruben vernachlässigt ($EF_{N2O\text{-}N,\ dig,\ PS}$ = 0; der Index PS steht für pre-storage).

Bei der Vorlagerung von Mist und Geflügelkot sind die N_2O-Emissionen dagegen nicht vernachlässigbar. Sie werden proportional zu der in die Vergärung gehenden Summe von N-Ausscheidungen und Einstreu-N berechnet:

$$E_{\text{N2O-N, dig, ps}} = x_{\text{dig}} \cdot (N_{\text{excr}} + N_{\text{straw}}) \cdot EF_{\text{N2O-N, dig, ps}} \qquad \textbf{(3.79)}$$

$E_{N2O\text{-}N,\ dig,\ ps}$	N_2O-N emissions from pre-storage of farmyard manure or poultry manure to be digested, per place and year (in kg pl^{-1} a^{-1})
x_{dig}	fraction of farmyard manure or poultry manure that is digested (in kg kg^{-1})
N_{excr}	total amount of N excreted per place and year in solid manure systems or poultry housing (in kg pl^{-1} a^{-1})
N_{straw}	total amount of N added by beeding material, per place and year (in kg pl^{-1} a^{-1})
$EF_{N2O\text{-}N,\ dig,\ ps}$	N_2O-N emission factor for pre-storage of farmyard manure or poultry manure (in kg kg^{-1})

The calculation of emissions of NO and N_2 are performed by analogy. For the emission factors of N_2O, NO and N_2 see Chapter 3.4.4.2.3.

Die Berechnung der NO- und N_2-Emissionen erfolgt analog. Zu den Emissionsfaktoren für N_2O, NO- und N_2 siehe Kapitel 3.4.4.2.3.

The amounts of N lost by emissions of N_2O, NO, N_2 and NH_3 (for NH_3 see Chapter 3.3.4.4.3) from pre-storage are subtracted from the amount of N fed into the pre-storaged. The remaining amount of N enters the digester.

For the digester it is generally assumed that there are no emissions of N2O, NO and N2. (N2O can be formed only if oxygen is available as in the beginning there is only NH4. NH4 can be transformed into N2O only by nitrification and denitrification of the resulting NO. For the nitrification oxygen is needed that, however, is not available in the digester in practice.) As there are no NH3 emissions from the digester as well (see Chapter 3.3.4.4.3), the total amount of N fed into the digester ($N_{digester}$) can be assumed to leave the fermenter and enter the storage of digestates.

It is assumed for the gastight storage that, for the same reasons as for the digester (see above), there are no emissions of N_2O, NO and N_2. Hence, emissions of

Die N-Mengen, die aus dem Vorlager durch N_2O-, NO- und N_2-Emissionen sowie NH_3-Emissionen (siehe Kapitel 3.3.4.4.3) verloren gehen, werden von der ins Vorlager eingebrachten N-Menge subtrahiert. Die verbleibende N-Menge gelangt in den Fermenter.

Für den Fermenter wird generell davon ausgegangen, dass keine N_2O-, NO- und N_2-Emissionen entstehen. (N_2O kann nur in Anwesenheit von Sauerstoff gebildet werden, da zunächst nur NH_4 vorliegt. Aus diesem kann N_2O nur über Nitrifikation und anschließender Denitrifikation des NO gebildet werden. Für die Nitrifikation ist Sauerstoff notwendig, der im Fermenter praktisch nicht vorhanden ist.) Da aus dem Fermenter auch keine NH_3-Emissionen erfolgen (siehe Kapitel 3.3.4.4.3), gelangt die gesamte N-Menge, die in den Fermenter eingebracht wurde, unvermindert in das Gärrestelager ($N_{digester}$).

Beim gasdichten Lager wird aus den gleichen Gründen wie beim Fermenter (s. o.) davon ausgegangen, dass keine N_2O-, NO- und N_2-Emissionen entstehen. Die Emis-

N_2O, NO and N_2 from non-gastight storage represent the total emissions of N_2O, NO and N_2 from the storage of digestates.

Like for the calculation of CH_4 emissions, it is assumed for the non-gastight storage of digestates that a natural crust can develop the N_2O emission factor of which is different from zero. Like for untreated manure the emission factors for NO and N_2 are assumed to be proportional to the emission factor of N_2O. For the emission factors of N_2O, NO and N_2 see Chapter 3.4.4.2.3.

Emissions of N_2O, NO and N_2 from non-gastight storage are calculated using the amount of N having passed the digester and entering the storage ($N_{digester}$) and the relative share of gastight storage (x_{gts}), see Equation (3.80).

sionen von N_2O, NO und N_2 aus der nicht gasdichten Lagerung stellen damit die Gesamtemissionen von N_2O, NO und N_2 aus der Gärrestelagerung dar.

Für das nicht gasdichte Gärrestelager wird wie bei der Berechnung der CH_4-Emission eine Schwimmdecke angenommen, deren N_2O-Emissionsfaktor von Null verschieden ist. Wie beim unbehandelten Wirtschaftsdünger (siehe Kapitel 3.3.4.3.5) werden die Emissionsfaktoren von NO- und N_2 proportional zum N_2O-Emissionsfaktor angesetzt. Zu den Emissionsfaktoren für N_2O, NO- und N_2 siehe Kapitel 3.4.4.2.3.

Die Emissionen von N_2O, NO und N_2 aus der nicht gasdichten Lagerung werden mithilfe der N-Menge berechnet, die aus dem Fermenter ins Lager gelangt ($N_{digester}$), sowie dem relativen Anteil der gasdichten Lagerung (x_{gts}), siehe Gleichung (3.80).

$$E_{\text{N2O-N, dig, st}} = (1 - x_{\text{gts}}) \cdot N_{\text{digester}} \cdot EF_{\text{N2O-N, dig, st}} \quad \textbf{(3.80)}$$

$E_{\text{N2O-N, dig, st}}$	total N_2O-N emissions from the storage of digestates, per place and year (in kg pl^{-1} a^{-1})
x_{gts}	relative share (fraction) of gastight storage of digestion residues (in kg kg-1)
$N_{digester}$	total amount of N leaving the digester, per place and year (in kg pl^{-1} a^{-1})
$EF_{\text{N2O-N, dig, st}}$	N_2O-N emission factor for the non-gastight storage of digestates (in kg kg^{-1})

Chapter 3.4.4.2.3. provides an assessment of the resulting N_2O-N emission factors in relation to emission factors obtained without digestion, and of the impact of anaerobic digestion on N_2O emissions from manure management.

The calculation of emissions of NO and N_2 are performed by analogy. For the emission factors of N_2O, NO and N_2 see Chapter 3.4.4.2.3.

In connection with anaerobic digestion of animal manures (including storage of digestates) occur emissions of NH_3 and NO (for NH_3 see Chapter 3.3.4.4.3). These emissions lead to deposition of reactive nitrogen and consequently to indirect N_2O emissions from the soil (IPCC (2006)-11.19 ff). The indreiict emssions reported in the CRF Tables (Sector 3.B) include these emissions as well as indirect emissions from the management of untreated manure. (Indirect N_2O emissions occuring due to deposition of NH_3 and NO from the application of animal manures (incl. digested manures) are described in Chapter 11.2.

No indirect N_2O emissions from leaching and run-off is calculated as leaching and/or uncontrolled surface run-off from manure management including digestates is forbidden by law on grounds of protection of inshore waters (see “JGS-Anlagenverordnung des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen” (JGS-ANLAGENV, 1998) und “Wasserhaushaltsgesetz” (WHG, 2010).

Eine Bewertung der aus den obigen Gleichungen resultierenden N_2O-N-Emissionsfaktoren im Verhältnis zu N_2O-N-Emissionsfaktoren ohne Vergärung einschließlich der Auswirkung auf die N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management findet sich in Kapitel 3.4.4.2.3.

Die Berechnung der NO- und N_2-Emissionen erfolgt analog. Zu den Emissionsfaktoren für N_2O, NO- und N_2 siehe Kapitel 3.4.4.2.3.

Die im Zusammenhang mit der Vergärung von Wirtschaftsdünger und der Gärrestelagerung entstehenden Emissionen von NO und NH_3 (zu NH3 siehe Kapitel 3.3.4.4.3) führen zur Deposition von reaktivem Stickstoff, woraus wiederum indirektes N_2O aus dem Boden entsteht (IPCC (2006)-11.19 ff). Diese indirekten N2O-Emissionen werden in den CRF-Tabellen zusammen mit ebensolchen N_2O-Emissionen von unbehandeltem Wirtschaftsdünger berichtet (Sektor 3.B). (Zum Indirekten N_2O- aufgrund von NO und NH_3 aus der Wirtschaftsdünger-Ausbringung incl. Wirtschaftsdünger-Gärreste siehe Kapitel 11.2.)

Indirekte N2O-Emissionen infolge von Auswaschung oder Oberflächenabfluss von N aus dem Substrat-Vorlager oder dem Gärrestelager werden nicht berechnet, da Versickerung oder unkontrollierter oberirdischer Abfluss aus Gründen des Gewässerschutzes zu vermeiden sind (siehe dazu u. a. JGS-Anlagenverordnung NRW 1998, Wasserhaushaltsgesetz WHG 2010).

3.3.4.4.3 *NH_3 emissions / NH_3-Emissionen*

Neither EMEP (2013) nor the predcessor guidebook EMEP (2009) provide a NH_3 methodology for the anaerobic digestion of manure. Hence, the national methodology used as of Submission 2015 is based on the following assumptions and rules:

- Pre-storage of slurry: pre-storage facilities are often equipped with concrete drive-on covers. As there there is no information on the frequencies of such covers, it is assumed that slurry pre-storages are covered and that NH_3 emissions from pre-stprages can be neglected.
- Pre-storage of farmyard manure and poultry manure: missing coverage allows for NH_3 emssions.
- Co-substrates like energy plants are, in general, not stored in pre-storage facilities but directly fed into the digester. Hence, no pre-storage NH_3 emissions are considered in the inventory.
- During fermentation in the digester, organic substance is degraded (especially protein compounds), leading to mineralization of organic nitrogen and hence to an increase of the relative TAN content in the digester.
- By analogy to the CH_4 methodology described in Chapter 3.3.4.4.1, two types of storage are distinguished: gastight storage, and non-gastight storage with natural crust.
- It is assumed that NH_3 emitted through leakage of digester and gastight storage can be neglected ($EF_{NH3\text{-}N} = 0$) [10].
- No NH_3 emission factor is available for the non-gastight storage of digestates with natural crust. Hence the emission factor for the open-tank storage of untreated cattle slurry with natural crust is adopted.
- N losses in connection with NH_3 emissions from storage are subtracted from the TAN pool of the digestates. This is in line with the N flow concept, see Chapter 3.3.4.3.1.
- Emissions from spreading of digestates and untreated manure are calculated separately, because the frequencies for spreading techniques and incorporation times differ for these two types of organic fertilizer (special survey for 2010 by the Ferderal Statistical Agency).
- Emission factors for spreading of digestes are not available. As the viscosity of untreated cattle slurry is similar to that of the digestates, the cattle-slurry emission factors are adopted.
- The methodology is equally applied to digestates of slurry and farmyard manure (due to co-fermentation In practice).

Weder EMEP (2013) noch das Vorgänger-Handbuch (EMEP, 2009) geben eine NH_3-Methodik für die Vergärung von Wirtschaftsdünger an. Für die nationale Methodik ab Berichterstattung 2015 wurden deshalb folgende Vorgaben getroffen:

- Vorlagerung von Gülle: Vorgruben sind häufig mit befahrbaren Betondecken ausgestattet. Da keine Informationen zur Verbreitung vorliegen, wird für das Emissionsinventar von einer Abdeckung der Vorgruben ausgegangen, so dass NH_3-Emissionen aus Vorgruben vernachlässigt werden können.
- Vorlagerung von Mist und Geflügelkot: Fehlende Abdeckung führt zu NH_3-Emissionen.
- Kosubstrate wie Energiepflanzen werden meist nicht über Vorgruben, sondern direkt in den Fermenter eingebracht. Daher für diese Substrate keine NH_3-Emissionen aus Vorgruben berücksichtigt.
- Es wird berücksichtigt, dass während der Vergärung organische Substanz abgebaut wird (speziell Eiweißverbindungen). Dies führt zur Mineralisierung von organisch gebundenem Stickstoff, d. h. zu einem Anstieg des relativen TAN-Gehaltes.
- Konsistent mit der CH_4-Methodik (siehe Kapitel 3.3.4.4.1) wird zwischen zwei Lagertypen unterschieden: Gasdichtes Lager und offener Tank mit Schwimmdecke.
- Es wird davon ausgegangen, dass über Leckagen aus Fermenter und gasdichtem Lager freigesetzte NH_3-Mengen vernachlässigbar sind ($EF_{NH3\text{-}N} = 0$) [10].
- Für die nicht gasdichte Lagerung mit Schwimmdecke wird mangels spezifischer Daten für die Gärreste-Lagerung der Emissionsfaktor für die Lagerung unvergorener Rinder-Gülle mit natürlicher Kruste übernommen.
- Die mit NH_3-Emissionen aus dem Lager einhergehenden N-Verluste werden in Übereinstimmung mit dem N-Fluss-Konzept (siehe Kapitel 3.3.4.3.1) aus dem TAN-Pool der Gärreste abgezogen.
- Die Ausbringung von Gärresten und unvergorenen Wirtschaftsdünger wird getrennt gerechnet, da sich nach den vorliegenden Daten (StatBA-Sondererhebung für 2010) die Häufigkeiten der Ausbringungstechniken und die Einarbeitungszeiten unterscheiden.
- Für die Ausbringung der Gärreste werden die Emissionsfaktoren von unvergorener Rindergülle verwendet, da dieser bzgl. der Viskosität den Gärreste am meisten ähnelt.
- Die Methodik wird für Gärreste aus Gülle und Mist in gleicher Weise angewendet (aufgrund der Ko-Fermentierung in der Praxis).

[10] Under the plausible assumption of equlibrium in the digester, ph = 8 and a temperature of about 40°C cause ca. 20 % of NH_4 to be dissociated as NH_3. In an example calculation with simple application of the Henry constant, a gas yield of 200 liters per kg freshmatter (maize) is connected with about 0.1 g NH_3 per kg of digestates. (There are about 3 g NH_4 per kg of digestates.) However, the NH_3 yield may even be lower as these considerations do not take into account that the gas yield can be lower and that the concentration of the gas phase can be overestimated by the forementioned simple application of the dissociation constant and the Henry constant.

Table 3.7 gives an overwiew of how the German inventory calculates NH_3 emissions from the various subsystems of a biogas plant (see for „> 0“). The equations needed for the calculations are described after the table. The equations are given in a general form, i. e. the inlude the pre-storage even if there is no pre-storage for slurry.

Table 3.7 gibt einen Überblick darüber, für welche Teilbereiche das deutsche Inventar NH_3-Emissionen berechnet (Angabe „> 0“). Die zur Berechnung erforderlichen Gleichungen werden im Anschluss an die Tabelle in allgemeiner Form beschrieben, d. h. unter Einschluss des Vorlagers, auch wenn dieses bei Gülle nicht relevant ist.

Table 3.7: Digestion of manure, NH_3 emissions

		slurry	farmyard manure / poultry manure
prestorage		0	> 0
digester		0	0
storage	gastight	0	0
	non gastight	> 0	> 0
spreading		> 0	> 0

The equations below are based on the concept of the two N pools used in the inventory (see Chapter 3.3.4.3.1): First, the pool of total N and, second, the pool of TAN that is part of the total N pool. If needed, the share of organic N in the total N pool is calculated as difference (total N minus TAN).

The NH_3 emissions from the pre-storage are calculated proportionally to the amount of TAN available:

Die nachfolgenden Gleichungen basieren auf den beiden im Inventar betrachteten N-Pools (siehe Kapitel 3.3.4.3.1): Einerseits Gesamt-N und andererseits die TAN-Teilmenge des Gesamt-N-Pools. Der Anteil des organischen N am Gesamt-N-Pool wird bei Bedarf als Differenz berechnet (Gesamt-N abzüglich TAN).

Die NH_3-N-Emissionen aus dem Vorlager werden proportional zur verfügbaren TAN-Menge berechnet:

$$E_{\text{NH3-N, dig, ps}} = TAN_{\text{dig}} \cdot EF_{\text{NH3-N, dig, ps}} \quad \textbf{(3.81)}$$

$E_{\text{NH3-N, dig, ps}}$	NH_3-N emissions from pre-storage (in kg a^{-1})
TAN_{dig}	amount of TAN contained in the substrate to be digested (in kg a^{-1})
$EF_{\text{NH3-N, dig, ps}}$	NH_3-N emission factor for the pre-storage, related to TAN (in kg NH_3-N per kg TAN)

If no NH3 emissions from pre-storage have to be considered, the respective emission factor in Equation (3.81) is to be set to zero.

After pre-storage, i. e. when the substrate enters the digester, the amounts of TAN and N_{org} are calculated by the equations below that follow the general principles used in the emission inventory and take into account the emissions of N_2O, NO and N_2 from anaerobic digestion (see Chapter 3.3.4.4.2):

Für den Fall, dass aus dem Vorlager keine NH_3-Emissionen zu berücksichtigen sind, ist in Gleichung (3.81) der Emissionsfaktor null zu setzen.

Nach dem Vorlager, d. h. bei Eintritt des Substrats in den Fermenter, gilt für TAN- und N_{org}-Menge entsprechend der generellen Vorgehensweise im Emissionsinventar (siehe Kapitel 3.3.4.3.5) und unter Berücksichtigung der vergärungsbedingten Emissionen von N_2O, NO und N_2 (siehe Kapitel 3.3.4.4.2):

$$N_{\text{tot, dig, ps}} = N_{\text{tot, dig}} - E_{\text{N*, dig, ps}} \quad \textbf{(3.82)}$$

$$TAN_{\text{dig, ps}} = TAN_{\text{dig}} - E_{\text{NH3-N, dig, ps}} - E_{\text{N*, dig, ps}} \cdot \frac{TAN_{\text{dig}}}{N_{\text{org, dig}} + TAN_{\text{dig}}} \quad \textbf{(3.83)}$$

$N_{\text{tot, dig, ps}}$	total amount of N contained in the substrate leaving pre-storage to enter the digester (in kg a^{-1})
$N_{\text{tot, dig}}$	total amount of N contained the substrate to be digested (in kg a^{-1})
$E_{\text{N*, dig, ps}}$	total of non-ammonia N emissions (N_2O-N, NO-N and N_2) from pre-storage (in kg a^{-1})
$TAN_{\text{dig, ps}}$	amount of TAN contained in the substrate leaving pre-storage to enter the digester (in kg a^{-1})
TAN_{dig}	amount of TAN contained in the substrate to be digested (in kg a^{-1})
$E_{\text{NH3-N, dig, ps}}$	NH_3-N emissions from pre-storage (in kg a^{-1})

According to the model assumptions, the amount of total N remains unchanged during the processs of digestion in the digester, while the share of TAN increases by mineralization on the expense of N_{org}:

Während des Gärprozesses im Fermenter bleibt entsprechend den Modellannahmen die Gesamt-N-Menge unverändert, während die TAN-Teilmenge aufgrund der Mineralisierung von Norg zu TAN ansteigt:

$$N_{\text{tot, dig, ferm}} = N_{\text{tot, dig, ps}} \quad \textbf{(3.84)}$$

$$TAN_{\text{dig, ferm}} = TAN_{\text{dig, ps}} + g_{\text{TAN}} \cdot N_{\text{org, dig, ps}} = TAN_{\text{dig, ps}} + g_{\text{TAN}} \cdot (N_{\text{tot, dig, ps}} - TAN_{\text{dig, ps}}) \quad \textbf{(3.85)}$$

$N_{\text{tot, dig, ferm}}$	total amount of N in digestion residues leaving the digester (in kg a^{-1})
$N_{\text{tot, dig, ps}}$	total amount of N contained in the substrate leaving pre-storage to enter the digester (in kg a^{-1})
$TAN_{\text{dig, ferm}}$	amount of TAN in digestion residues leaving the digester (in kg a^{-1})
$TAN_{\text{dig, ps}}$	amount of TAN contained in the substrate leaving pre-storage to enter the digester (in kg a^{-1})
g_{TAN}	relative share of organic N entering the digester that is mineralized to TAN in the digester ($0 < g_{\text{TAN}} < 1$ kg kg^{-1})
$N_{\text{org, dig, ps}}$	amount of organic N contained in the substrate leaving pre-storage to enter the digester (in kg a^{-1})

The NH_3 emissions from the storage of digestates are calculated as follows (taking into account that $EF_{NH3\text{-}N} = 0$ for gastight storage):

Die bei der Lagerung der Gärreste entstehenden NH_3-N-Emissionen werden wie folgt berechnet (unter Berücksichtigung von $EF_{NH3\text{-}N} = 0$ für gasdichte Lager):

$$E_{\text{NH3-N, dig, st}} = TAN_{\text{dig, ferm}} \cdot (1 - x_{\text{gts}}) \cdot EF_{\text{NH3-N, dig, st, crust}} \quad \textbf{(3.86)}$$

$E_{\text{NH3-N, dig, st}}$	NH_3-N emissions from storage of digestion residues (in kg a^{-1})
$TAN_{\text{dig, ferm}}$	amount of TAN in digestion residues leaving the digester (in kg a^{-1})
x_{gts}	relative share (fraction) of gastight storage of digestion residues (in kg kg^{-1})
$EF_{\text{NH3-N, dig, st, crust}}$	NH_3-N emission factor for the storage of digestion residues in an open tank with natural crust related to TAN (in kg NH_3-N per kg TAN)

The N losses from storage by emissions of NH_3, N_2O, NO and N_2 reduce the amount of TAN in the digestates before being spread (calculations by analogy to Equation (3.83)):

Infolge der Emissionen von NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Gärrestelager verringert sich die TAN-Menge in den Gärresten, bevor sie ausgebracht werden (Berechnung analog zu Gleichung (3.83)):

$$TAN_{\text{dig, st}} = TAN_{\text{dig, ferm}} - E_{\text{NH3-N, dig, st}} - E_{\text{N*, dig, st}} \cdot \frac{TAN_{\text{dig, ferm}}}{N_{\text{tot, dig, ferm}}} \quad \textbf{(3.87)}$$

$TAN_{\text{dig, st}}$	amount of TAN in digestion residues leaving the storage (in kg a^{-1})
$TAN_{\text{dig, ferm}}$	amount of TAN in digestion residues leaving the digester (in kg a^{-1})
$E_{\text{NH3-N, dig, st}}$	NH_3-N emissions from storage of digestion residues (in kg a^{-1})
$E_{\text{N*, dig, st}}$	total of annual non-ammonia N emissions (N2O-N, NO-N and N2) from storage of digestion residues (in kg a^{-1})
$N_{\text{tot, dig, ferm}}$	total amount of N in digestion residues leaving the digester (in kg a^{-1})

As the calculation of the total N pool is not relevant for the following considerations it is not shown here. The NH_3 emissions from spreading of digestates is given by:

Die Berechnung des Gesamt-N-Pools ist für das Folgende nicht relevant und wird daher hier nicht dargestellt. Die NH_3-N-Emissionen aus der Gärreste-Ausbringung ergeben sich schließlich aus:

$$E_{\text{NH3-N, dig, spr}} = TAN_{\text{dig, st}} \cdot \sum_{j=1}^{k} (EF_{\text{NH3-N, dig, spr, j}} \cdot x_{\text{spr, j}}) \quad \textbf{(3.88)}$$

$E_{\text{NH3-N, dig, spr}}$	total NH_3-N emissions from spreading of digestion residues (in kg a^{-1})
$TAN_{\text{dig, st}}$	amount of TAN in digestion residues leaving the storage (in kg a^{-1})
$E_{\text{FNH3-N, dig, spr, j}}$	NH_3-N emission factor for spreading technique j (in kg NH_3-N per kg TAN)
$x_{\text{spr, j}}$	relative share of digested slurry spreaded with technique j where $\sum_{j=1}^{k} x_{\text{spr, area, j}} = 1$

For TAN_{dig}, $N_{\text{org,dig}}$, g_{TAN}, x_{spr}, j and the emission factors see Chapter 3.4.4.2.4.

Zu TAN_{dig}, $N_{\text{org,dig}}$, g_{TAN}, x_{spr}, j und den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 3.4.4.2.4.

Chapter 3.4.4.2.4. provides an assessment of the resulting NH_3 emissions in relation to NH3 emissions from manure management obtained without digestion.

Eine Bewertung der aus den obigen Gleichungen resultierenden NH_3-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management im Verhältnis zu NH_3-Emissionen ohne Vergärung findet sich in Kapitel 3.4.4.2.4.

Emissions of NH_3 and NO (for NO see Chapter 3.3.4.4.2) that occur in connection with anaerobic digestion of manure and the storage of the digestates lead to deposition of reactive nitrogen and therefore indirect N_2O from soils. For details see Chapter 3.3.4.4.2.

The spreading of residues from digestion of manures leads to N_2O emissions from soils. The calculation of these emissions is described in Chapter 11.2 in context with the spreading of untreated manures.

Die im Zusammenhang mit der Vergärung von Wirtschaftsdünger und dem Gärrestelager entstehenden Emissionen von NH_3 und NO (zu NO siehe Kapitel 3.3.4.4.2) führen zur Deposition von reaktivem Stickstoff, woraus N_2O aus dem Boden entsteht. Näheres dazu siehe in Kapitel 3.3.4.4.2.

Die Ausbringung von Wirtschaftsdünger-Gärresten führt zu N_2O-Emissionen aus dem Boden, deren Berechnung im Zusammenhang mit der Ausbringung von Wirtschaftsdünger in Kapitel 11.2 behandelt wird.

3.3.4.5 *Emissions of particulate matter from animal husbandry / Partikel-Emissionen aus der Tierhaltung*

Particulate matter (PM) is microscopic matter (solid or liquid) that is suspended in the Earth's atmosphere and can adversely affect human health. Subtypes are TSP (total suspended matter), PM_{10} (particles that are respirable, with diameter of 10 micrometres or less) and $PM_{2.5}$ (particles that penetrate deeper into the lungs, with diameter of 2.5 micrometres or less).

Emissions of PM in animal husbandry occur from both housed and free-range animals. However, due to lack of data, the emission calculation methodology provided by EMEP(2013)-3B-26 focuses on housed animals:

"Particulate matter" (PM) sind mikroskopische Partikel (fest oder flüssig), die in der irdischen Atmosphäre schweben und der menschlichen Gesundheit abträglich sein können. Unterkategorien sind TSP (total suspended matter), PM_{10} (Partikel, die eingeatmet werden können, mit einem Durchmesser von ≤ 10 Mikrometer) und $PM_{2.5}$ (Partikel, die tief in die Lunge eindringen können, mit einem Durchmesse von ≤ 2.5 Mikrometer).

PM-Emissionen aus der Tierhaltung werden durch eingestallte und geweidete Tiere erzeugt. Mangels Daten beschränkt sich die in EMEP (2013) beschriebene PM-Emissionsberechnung auf eingestallte Tiere:

$$E_{\mathrm{PM,\,i}} = n_{\mathrm{i}} \cdot x_{\mathrm{house,\,i}} \cdot \beta \cdot [x_{\mathrm{slurry,\,i}} \cdot EF_{\mathrm{slurry,\,i}} + (1 - x_{\mathrm{slurry,\,i}}) \cdot EF_{\mathrm{solid,\,i}}] \qquad \textbf{(3.89)}$$

$E_{\mathrm{PM,\,i}}$	TSP, PM_{10} or $PM_{2,5}$ emission for animal category i (in Gg a^{-1})
n_{i}	number of animal places for animal category i (in pl)
$x_{\mathrm{house,\,i}}$	share of time the animals spend in the house (in a a^{-1})
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg^{-1})
$x_{\mathrm{slurry,\,i}}$	share of population kept in slurry based systems (in pl pl^{-1})
$EF_{\mathrm{slurry,\,i}}$	emission factor for slurry based system (in kg pl^{-1} a^{-1})
$EF_{\mathrm{solid,\,i}}$	emission factor for solid manure system (in kg pl^{-1} a^{-1})

For the emission factors see the respective subchapters within the animal chapters as of Chapter 4.

Even if Equation (3.89) represents a Tier 2 approach, it provides only a a first estimate of emissions of particulate matter from animal husbandry, see EMEP(2013)-3B-33.

Optionally, the inventory calculation procedure can take into account a mitigation of PM emissions from housing by a scrubber system. The methodology described for NH_3 in Chapter 3.3.4.3.3 is applied by analogy. For the national inventory, the percentage of animal places equipped with air scrubbers is taken into account.

KTBL made an inquiry on the frequency of air scrubbers in pig production (sows, weaners and fatteners) for all German rural districts (see Chapter 3.4.5.2).

Other than EMEP (2009), EMEP (2013) does not quantify the uncertainties oft he emission factors. EMEP(2009)-4B-66 ff estimates the range of uncertainty (95 % confidence interval) of the EMEP (2009) emission factors by a factor of 3 (rounded data). Hence, the difference between the lower boundary of the 95 % confidence interval and the mean emission factor is 67 % of

Für die Emissionsfaktoren wird auf die PM-Unterkapitel ab Kapitel 4 verwiesen.

Auch wenn Gleichung (3.89) als Tier-2-Verfahren einzustufen ist, kann es lediglich als ein erster Ansatz zur Schätzung von Partikelemissionen aus der Tierhaltung gelten, siehe EMEP(2013)-3B-33.

Im Inventar ist die Möglichkeit gegeben, die Minderung der Partikelemissionen aus dem Stall durch ein Abluftreinigungssystem zu berücksichtigen. Dies erfolgt sinngemäß wie für NH_3 in Kapitel 3.3.4.3.3 beschrieben, wobei für Berechnung der nationalen Gesamtemission der Prozentsatz der mit Abluftreinungsanlagen ausgestatteten Tierplätze zu berücksichtigen ist.

Durch KTBL wurde eine Erhebung zur Verteilung der Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung (Sauen, Ferkel, Mastschweine) auf Kreisebene durchgeführt (siehe Kapitel 3.4.5.2).

EMEP (2013) macht im Gegensatz zu EMEP (2009) keine quantitativen Angaben zur Unsicherheit des Emissionsfaktoren. EMEP(2009)-4B-66 ff schätzt die Unsicherheit (95 %-Konfidenzintervall) der EMEP (2009)-Emissionsfaktoren mit Faktor 3 ab (gerundet). Demzufolge liegen zwischen dem mittleren Emissionsfaktor und der Untergrenze des 95 %-Konfidenzintervalles 67 %

the mean emission factor, while the the difference between the upper boundary and the mean emission factor is 200 % of the mean emission factor. Accordung to IPCC (2006) the higher of these two values has to be used in the Tier 1 emission uncertainty calculation. This implies a standard error of the emission factor of 0,5 · 200 % = 100 %. The distribution is asymmetric (lognormal distribution).

The uncertainty of the emission factor exceeds by far the uncertainties of the other input data for the PM emission calculations. Hence, the uncertainty of the resulting PM emissions is likely to be of the same order of magnitude as the uncertainty of the emission factor.

und zwischen mittlerem Emissionsfaktor und der Intervall-Obergrenze 200 % des mittleren Emissionsfaktors. Da nach IPCC (2006) der größere dieser beiden Prozentwerte für die Tier-1-Unsicherheitsberechnung zu verwenden ist, ergibt sich der dafür anzusetzende Standardfehler zu 0,5 · 200 % = 100 % des mittleren Emissionsfaktors. Es liegt eine asymmetrischen Verteilung vor (Lognormal-Verteilung).

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors ist erheblich größer als die Unsicherheiten der übrigen in die PM-Emissionsberechnung eingehenden Größen. Daher ist die Unsicherheit der resultierendne PM-Emissionen in der gleichen Größenordnung zu erwarten wie die Unsicherheit des Emissionsfaktors.

3.3.5 Digestion of energy plants and management of the digestates / Vergärung von Energiepflanzen einschließlich Gärreste-Management

In terms of emission reporting, the anaerobic digestion of energy plants (including the spreading of the digestates) represents a separate source of emissions even if, due to the usual co-fermentation with animal manures, the basic data pool is the same like for the digestion of animal manures (see Chapter 3.4.4.1). The methodology for and the emissions from anaerobic digestion of energy plants are described in Chapter 0.

Die Vergärung von Energiepflanzen (incl. Ausbringung der Gärreste) ist für die Emissionsberichterstattung eine eigenständige Quelle, auch wenn die Datengrundlage wegen der in der Praxis vorherrschenden Ko-Fermentierung mit Wirtschaftsdünger für beide Substratkategorien gleich ist (siehe Kapitel 3.4.4.1). Methodik und Emissionsergebnisse für die Vergärung von Energiepflanzen werden in Kapitel 0 beschrieben.

3.3.6 N_2O-Emissions from agricultural soils / N_2O-Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden

Microbial transformations of N compounds (nitrification and denitrification) lead to emissions of N_2O. A distinction is made between direct and indirect N_2O emissions from soils. Direct emissions comprise N_2O emissions resulting from manure application, pasturing, application of mineral fertiliser and sewage sludge, biological N-fixation, crop residues and cultivation of organic soils. So-called indirect N_2O emissions result from deposition of reactive nitrogen and via leaching and surface run-off.

For the description of methodologies see Chapter 12.

Mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) von N-Verbindungen führen zu N_2O-Emissionen. Es wird zwischen direkten und indirekten N_2O-Emissionen aus Böden unterschieden. Die direkten Emissionen umfassen die N_2O-Emissionen als Folge von Wirtschaftsdünger-Ausbringung, Weidegang, Mineraldünger- und Klärschlamm-Anwendung, biologischer N-Fixierung, Ernterückständen und der Bewirtschaftung organischer Böden. So genannte indirekte N_2O-Emissionen ergeben sich als Folge von Deposition reaktiven Stickstoffs sowie Auswaschung und Oberflächenfluss.

Für die Berechnungsmethoden siehe Kapitel 12.

3.3.7 Projections for 2020 / Projektionen für 2020

Since the inventory submitted in 2009 for 2007 (Submission 2009, DÄMMGEN et al., 2009a), projections have been estimated.

The emission calculations for the projection 2020 in the current submission are based on a newly agreed data set (see Table 3.8). The data is based on the final version of the baseline projection of the agro-economic TI institutes for the year 2023 (OFFERMANN et al., 2014). The results for 2023 were converted to the year 2020 by linear interpolation.

For all other data the activity data of the year 2013 are used with the exception of yield data. In the case OFFERMANN et al. (2014) gives no information, yield data of 2009 is used. (In Germany, 2009 was the year with the highest yields ever when averaged over all agricultural cultures.)

Seit der Berichterstattung 2009 (Submission 2009, DÄMMGEN et al., 2009a) werden auch Projektionen berechnet.

Die Berechnungen für die Projektion 2020 in der aktuellen Berichterstattung verwenden einen neu abgestimmten Datensatz (siehe Table 3.8). Die Daten basieren auf der endgültigen Fassung der Baseline-Projektion der agrarökonomischen TI-Institute für 2023 (OFFERMANN et al., 2014). Die Ergebnisse für 2023 werden mittels linearer Interpolation auf das Jahr 2020 übertragen.

Bei allen anderen Eingangsdaten wurden die Daten von 2013 verwendet. Ausnahme sind die Ernteerträge. Für diese wurden, sofern OFFERMANN et al. (2014) keine Information angibt, die Erträge von 2009 verwendet. (2009 war in Deutschland das Jahr mit den bis jetzt im Durchschnitt über alle Kulturen höchsten Erträgen.)

Table 3.8: Activity data used for the projections for 2020

Input parameter	Value for 2020 in % of 2010 (rounded)	Input parameter	Value for 2020 in % of 2010 (rounded)
number of dairy cows	102.2	spring barley, area	89.7
milk yield	111.1	spring barley, yield	101.4
number of suckler cows	104.0	Oat, area	94.9
number of mature males > 2 years	101.9	Oat, yield	124.1
number of male beef cattle	101.9	Triticale, area	69.9
number of heifers	100.6	Triticale, yield	105.7
number of calves up to 6 month	98.8	Grain maize, area	88.3
number of sows	96.4	Grain maize, yield	106.0
Piglets raised per sow	107.3	Maize for silage, area	117.3
number of fattening pigs	106.2	Maize for silage, yield	116.7
weight gain of fattening pigs	107.3	Rape, area	93.3
number of poultry	100 % of 2013[a]	Rape, yield	113.6
net broiler meat production	117.4	Sugar beet, area	101.1
final weight of turkeys	104.3	Sugar beet, yield	100 % of 2009[c]
feed intake of turkeys	104.3	Potatoes, area	112.8
number of sheep	98.5	Potatoes, yield	100 % of 2009[c]
number of horses	99.1	Grass (fodder production), area	86.6
mineral fertilizer application	117.2[b]	Grass (fodder production), yield	100 % of 2009[d]
Winter wheat, area	107.8	Clover, grass clover leys, clover alfalfa mixtures, area	105.3
Winter wheat, yield	113.7	Clover, grass clover leys, clover alfalfa mixtures, yield	100 % of 2009 [d]
Spring wheat, area	99.5	Meadows, area	104.3
Spring wheat, yield	114.2	Meadows, yield	100 % of 2009 [d]
Rye, area	78.9	Pastures, area	82.2
Rye, yield	124.0	Pastures, yield	100 % of 2009 [d]
Winter barley, area	87.6		
Winter barley, yield	101.1		

[a] The numbers of poultry populations projected for 2023 by OFFERMANN et al. (2014) are considerably lower than the official numbers for 2013. The reason is that the projections by OFFERMANN et al. (2014) are based on official poultry data for 2010 that in the meantime were found to have underestimated the actual poultry numbers in 2010. The underlying systematic bias was corrected for the poultry number census in 2013 (see Chapter 3.4.2), leading to poultry numbers considerably higher than to be expected on basis of 2010 data and prohibiting the estimation of a reliable projection for 2020. Hence, it was decided to keep the 2013 activity data for the 2020 projection.

[b] the share of urea is estimated with 32 %

[c] the projected yields for sugar beets and potatoes were unrealistically high (more than 150 % of the value for 2010).

[d] the yields for these crops were not projected by Offermann et al. (2014)

3.4 Input data / Eingangsdaten

The data required for the application of the inventory model GAS-EM are model parameters and emission factors on the one hand and so-called input data on the other hand. Apart from emissions from agricultural soils, GAS-EM calculates emissions for single districts. At present, districts are used according to their division in 1996. In a second step these results are aggregated to yield data sets for single federal states and finally national data. Emissions from soils are calculated for federal states and then aggregated on national level.

For the description of animal husbandry, input data comprise animal numbers, frequency distributions of housing and storage facilities as well as application techniques and times before incorporation, the number of production cycles, feeding practices including diet composition and feed properties, animal performance data (milk yield, eggs produced, animal weight and weight gain, number of offspring) and information on the duration of grazing. Further data comprise number and properties of air scrubbing facilities.

Input data for the calculations of emissions from agricultural soils comprise the amounts of fertilizers applied (synthetic fertilizers, liming, animal manures, digestates of energy plants, sewage sludge), the areas of agricultuiral soils as well as the yieds of agricultural crops.

Model parameters and emission factors are dealt with in detail in the sections Chapter 4 that describe the respective sources. For animal numbers see Chapter 3.4.2. The description of input data serving the calculations of emissions from agricultural soils can be found in Chapters 11 and 12. For remaining GAS-EM input data see Chapters 3.4.3 to 3.4.6.

Chapter 3.4.7 contains details concerning data gap closure procedures and data uncertainties.

Die zum Betrieb des Inventarmodelles GAS-EM erforderlichen Daten umfassen Modellparameter und Emissionsfaktoren einserseits und sogenannte Eingabedaten andererseits. GAS-EM berechnet außer für Böden die Emissionen zunächst auf Kreisebene (Stand der Kreise-Einteilung: 1996), bevor sie zu Ergebnissen auf Bundesland- und nationaler Ebene aggregiert werden. Die Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden werden auf Bundeslandebene berechnet und anschließend auf nationaler Ebene aggregiert.

Die Eingabedaten gliedern sich für die Nutztierhaltung in Tierzahlen, Häufigkeitsverteilungen zu Stall- und Lagerformen sowie Ausbringungsverfahren und Einarbeitungszeiten, in Angaben zur Anzahl von Produktionszyklen (Durchgangszahlen), zu Fütterungsverfahren incl. Futterkennwerten, zu Leistungsdaten (Milchleistung, Legeleistung, Gewicht und Gewichtszunahme, Anzahl der Nachkommen) und zur Weidedauer. Ergänzende Daten werden zur Berücksichtigung von Abluftreinigungsanlagen benötigt.

Die Eingabedaten zur Berechnung von Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden umfassen die zur Ausbringung gebrachten Düngermengen (Mineraldünger, Kalkdünger, Wirtschaftsdünger, Gärreste von Energiepflanzen, Klärschlamm), die landwirtschaftlichen Flächen sowie Erträge der landwirtschaftlichen Kulturen.

Modellparameter und Emissionsfaktoren werden in den Emissionsquellenbeschreibungen ab Kapitel 4 beschrieben. Zu den Tierzahlen siehe Kapitel 3.4.2. Auf Eingabedaten zur Berechnung der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden gehen Kapitel 11 und 12 ein. Die übrigen GAS-EM-Eingabedaten werden in den nachfolgenden Kapitel 3.4.3 bis 3.4.6 beschrieben.

Hinweise zu Datenlückenschließung und Datenunsicherheit finden sich in Kapitel 3.4.7.

3.4.1 Referencing formats for Official German Statistics / Zitierweise für deutsche Offizialstatistiken

Data available from official German statistics are characterised by their editor (Statistisches Bundesamt, StatBA, the respective Statistische Landesämter, StatLA), their series (Fachserie, FS) and their sub-series (Reihe, R) according to the nomenclature of Statistisches Bundesamt (e.g. StatBA FS 3 R3.2.1).

The statistics referred to in the text are listed in detail in the reference chapter.

Bei Datensätzen aus der deutschen Offizialstatistik werden die Herausgeber aufgeführt (Statistisches Bundesamt, StatBA, die jeweiligen Statistischen Landesämter, StatLA), deren Fachserie (FS) und Reihe (R) in der Form, wie sie beim Statistischen Bundesamt üblich ist (Beispiel: StatBA FS 3 R3.2.1).

Die so im Text genannten Quellen sind im Literaturverzeichnis vollständig zitiert.

3.4.2 Animal numbers / Tierzahlen

The German inventory uses a time step of one year as there is no data available to allow for a more differentiated description. This is especially of concern for the animal numbers. Hence it is necessary to assume the animal numbers counted at a certain reference date to be constant throughout the year. This assumption is consistent with the IPCC definition of mean animal places that are used 365 days a year ("AAP", see Chapter 3.1.2.2.)

Das deutsche Inventar rechnet mit einem Zeitschritt von einem Jahr, weil i. d. R. keine Daten verfügbar sind, die eine zeitlich differenziertere Beschreibung erlauben würden. Dies trifft insbesondere auf die Tierzahlen zu. Das Inventar kommt daher nicht umhin, die zu einem bestimmten Stichtag erhobenen Tierzahlen als konstant für das ganze Jahr anzunehmen. Diese Annahme ist konsistent mit der Definition des mittleren, das ganze Jahr über besetzten Tierplatzes nach IPCC („AAP", siehe Kapitel 3.1.2.2.)

The animal numbers used in the inventory are dealt with in detail in subsequent chapters (Chapter 4 onwards). In the following, a description of the origin of these data is provided.

Auf die dem Inventar zugrunde liegenden Tierplatzzahlen wird in den nachfolgenden Tierkapiteln (ab Kapitel 4) eingegangen. Im Folgenden wird eine Übersicht über die Datenherkunft gegeben.

3.4.2.1 *Official surveys / Offizielle Erhebungen*

The Federal Statistical Agency and the Statistical Agencies of the federal states carry out agricultural-structure surveys[11] in order to collect, along with other data, the head counts of cattle, pigs, sheep, horses (from 2010 onwards: equids) and poultry. These agricultural-structure surveys took place every other year for the years 1990 – 1996 and 1999 – 2007 as well as for 2010 in the context of the more comprehensive 2010 agricultural census (LZ 2010)[12] and 2013. Surveys 1990, 1994 and 1996 referenced to 3 December, while the surveys 1999 – 2007 referenced to 3 May. The LZ 2010 and the agricultural-structure survey 2013 referenced to 1 March.

In addition to the agricultural-structure surveys, annual animal head count censuses are carried out (Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4.1). Up to and including 1998 these censuses took place every six months for cattle and sheep (June, December), every four months for pigs (April, August, December), and in even years in December for all animal categories, i. e. also for horses and poultry. Reference day was always the third day of the respective month. Since 1999 the animal head count censuses take place two times a year: 3 May and 3 November for cattle and pigs, 3 May for sheep (3 November from 2011 onwards).

For cattle, pigs, and sheep official animal numbers are available for all years since 1990. This means that the inventories up to and including 1998 used the data collected in December (in June for sheep), while afterwards the inventories up to and including 2010 used the data from May. Accoding to the Federal Statistical Agency the animal numbers for the inventories from 2011 onwards have to be referenced to November.

Official counts of the German goats after 1977 are available so far only for 2010 and 2013 (reference date: 1 March).

For horses (or equids) and poultry, animal numbers are available every other year for 1990 – 1996 and 1999 – 2007 and also for 2010 (referenced to: 3 December for data up to and including 1996; 3 March for 1999 – 2007; 1 March in 2010 and 2013). In accordance with the Federal Statistical Agency animal numbers are not corrected for varying reference dates.

As in previous surveys (in 2010 for the last time) significant numbers of poultry had not been counted as they were held by companies that did not need not to report poultry numbers, the rules of poultry counting have been adjusted for the 2013 survey by the Federal Statistical Office and the Statistical Offices of the federal states. As a consequence, the official 2013 poultry num-

Das Statistische Bundesamt und die Statistischen Landesämter führen Agrarstrukturerhebungen[11] durch, bei denen zusammen mit anderen Daten die Tierzahlen für Rinder, Schweine, Schafe, Pferde (ab 2010: Equiden) und Geflügel erfasst werden. Diese Agrarstrukturerhebungen fanden 1990 - 1996 und 1999 -2007 jedes zweite Jahr statt, danach 2010 im Rahmen der umfangreicheren Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010)[12] sowie 2013. Die Erhebungen 1990, 1992, 1994 und 1996 erfolgten am 3. Dezember, während der Stichtag in den Jahren 1999 - 2007 am 3. Mai und in den Jahren 2010 und 2013 am 1. März war.

Neben den Agrarstrukturerhebungen finden jährlich Viehbestandserhebungen statt (Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4.1). Bis 1998 einschließlich erfolgten diese Erhebungen halbjährlich für Rinder und Schafe (Juni, Dezember), viermonatlich für Schweine (April, August, Dezember), sowie alle zwei Jahre im Dezember der geraden Jahre für alle Tierarten, d. h. auch für Pferde und Geflügel. Stichtag war jeweils der dritte Kalendertag im Monat. Seit 1999 erfolgt die Viehbestandserhebung zweimal jährlich zum Stichtag 3. Mai und 3. November für Rinder und Schweine sowie zum Stichtag 3. Mai (ab 2011 zum Stichtag 3. November) für Schafe.

Für Rinder, Schweine und Schafe liegen somit für alle Jahre seit 1990 Tierzahlen aus offiziellen Erhebungen vor. Dabei wurden im Inventar bis 1998 einschließlich die Daten von Dezember (für Schafe im Juni) und danach bis 2010 einschließlich die Daten von Mai verwendet (Schafe: 1. März 2010), während in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt ab 2011 der November-Stichtag zu verwenden ist.

Die Gesamtzahl der Ziegen in Deutschland wurde offiziell nach 1977 bislang nur 2010 und 2013 erhoben (Stichtag: 1. März).

Für Pferde bzw. Equiden und Geflügel sind Tierzahlen 1990 bis 1996 sowie 1999 bis 2007 alle zwei Jahre sowie für 2010 und 2013 verfügbar (Stichtage: bis 1996 einschließlich 3. Dezember, 1999 – 2007 3. Mai, 2010 und 2013: 1. März). Es erfolgten in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt keine Korrekturen wegen variierender Stichtage.

Der Erhebung der Geflügelzahlen 2013 durch das Statistische Bundesamt und die Statistischen Landesämter lag eine Berichtskreisrevision zugrunde. Diese war erforderlich geworden, da in den Erhebungen zuvor (letztmalig 2010) aufgrund der seinerzeitigen Regeln zur Auswahl der zu befragenden Betriebe größere Geflügelbestände nicht erfasst wurden. Die 2013 erhobenen

[11] https://www.destatis.de/DE/Meta/AbisZ/Agrarstrukturerhebung.html

[12] https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftszaehlung2010/Ergebnisse.html

bers are much higher than to be expected after the trend in earlier years. As the Federal Statistical Office do not intend to correct poultry numbes of earlier years, the poultry numbers used in the inventory exhibit a steep upward trend between 2010 and 2013.

Numbers of buffalo are not reported by the Federal Statistical Agency. Since 2013 they are included in the reported cattle numbers.

Table 3.9 in the subsequent chapter shows an overview of the reference dates used during the time series. It also illustrates the data gaps resulting from the various rhythms of animal place surveys.

Geflügelzahlen sind damit deutlich höher, als dies aufgrund der Erhebungen in den Jahren zuvor zu erwarten war. Da das Statistische Bundesamt die offiziellen Geflügelzahlen der Vorjahre bis 2010 nicht korrigiert, weisen die im Inventar verwendeten Geflügelzahlen zwischen 2010 und 2013 einen markanten Anstieg auf.

Büffelzahlen werden durch das Statistische Bundesamt nicht berichtet. Sie sind ab 2013 in den berichteten Rinderzahlen enthalten.

Table 3.9 im nachfolgenden Kapitel zeigt eine Übersicht der Stichtage der verschiedenen Jahre sowie die aus den unterschiedlichen Zählrhythmen entstandenen Datenlücken.

3.4.2.2 *Data used in the inventory / Im Inventar verwendete Daten*

Since the calendar year 2008, cattle head counts have been taken from a special database ("origin-tracing and information system for animals" HIT - Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere; http://www.hi-tier.de) in which every animal is registered. This leads to systematically higher animal head counts result for years from 2008 onwards as in the years before not all animals had been counted due to survey thresholds. A comparison carried out by the Federal Statistical Agency for 2007 reveals that the cattle head counts shown in HIT are 2.9 % higher than those resulting via the conventional survey method (for dairy cows alone, the head counts are 2.8 % higher). Pursuant to the Federal Statistical Agency, it is not possible to estimate the discrepancy for earlier years. Consequently, the cattle time series for 1990 to 2007 have not been adjusted. As a result, emissions from cattle husbandry are slightly underestimated for 1990 to 2007.

In order to obtain homogeneous animal categories, some of the cattle categories used in the official survey have been modified for the inventory.

For the 2015 NIR, the final age for calves, and the starting age for heifers and male beef cattle, have both been raised from two months to four months; cf. RÖSEMANN et al. (2015). The transformation leads to higher numbers of calves and to lower numbers of heifers and male beef cattle, but it has no effect on the total number of cattle.

Since 2008 the animal surveys by the Federal Statistical Agency do not longer distinguish between the cattle categories “suckler cows” and “female cattle for slaughtering” but count these animals as “other cows”. Up to and including submission 2012 “female cattle for slaughtering” were considered part of the inventory category “heifers” while the “suckler cows” formed a separate category. In order to obtain a consistent time series since 1990 for alle inventories following submission 2012, “female cattle for slaughtering” are considered to be part of the inventory category “suckler cows” from 1990 onwards. Hence the category “other cows” introduced by the Federal Statistical Agency corresponds to the inventory category “suckler cows”.

As of the time-series year 2013, the cattle population data provided by the Federal Statistical Office also

Die Rinderbestände werden seit dem Kalenderjahr 2008 aus einer speziellen Datenbank (HIT, Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere, http://www.hi-tier.de) entnommen, in der jedes Tier registriert ist. Als Folge der neuen Erhebungsmethode ergeben sich für die Jahre ab 2008 allerdings systematisch höhere Tierzahlen als in den Jahren zuvor, in denen aufgrund von Erfassungsgrenzen nicht alle Tiere berücksichtigt wurden. Ein Vergleich des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2007 zeigt, dass die Rinderzahlen aus HIT 2,9 % höher als nach der herkömmlichen Erhebungsmethode sind (für Milchkühe allein 2,8 %). Da es laut Statistischem Bundesamt nicht möglich ist, diese Abweichung für die zurückliegenden Jahre zu schätzen, wurden die Rinder-Zeitreihen von 1990 bis 2007 nicht angepasst. Als Folge werden die Emissionen aus der Rinderhaltung in den Jahren 1990 bis 2007 leicht unterschätzt.

Um möglichst homogene Tierkategorien zu bilden, wurden einige der in den amtlichen Erhebungen verwendeten Rinderkategorien für das Inventar modifiziert.

Dazu wurden für den NIR 2015 bei Kälbern das Endalter und bei Färsen und Mastbullen das Anfangsalter von zwei Monaten auf vier Monate heraufgesetzt, siehe RÖSEMANN et al. (2015). Die Transformation führt zu höheren Kälberzahlen und niedrigeren Färsen- und Mastbullen-Zahlen, bleibt aber ohne Auswirkung auf die Gesamtzahl der Rinder.

Seit 2008 werden die Rinderkategorien „Ammen und Mutterkühe“ sowie „Schlacht- und Mastkühe“ durch das Statistische Bundesamt nicht mehr einzeln aufgeführt, sondern in der Kategorie „Sonstige Kühe“ zusammengefasst. Bis zur Submission 2012 wurden im Inventar die Schlacht- und Mastkühe zu den Färsen gezählt, die Ammen und Mutterkühe bildeten im Inventar die Kategorie „Mutterkühe“. Um eine konsistente Zeitreihe seit 1990 sicher zu stellen, werden für alle Inventare nach der Submission 2012 die Schlacht- und Mastkühe rückwirkend bis 1990 der Inventarkategorie „Mutterkühe“ zugeordnet, so dass die Kategorie „Sonstige Kühe“ des Statistischen Bundesamtes der Inventarkategorie „Mutterkühe“ entspricht.

Ab dem Zeitreihenjahr 2013 umfassen die vom Statistischen Bundesamt bereitgestellten Rinderzahlen auch

include bison and buffalo, although the applicable buffalo numbers cannot be extracted from such aggregate cattle data. As a result, as of the time-series year 2013 the buffalo emissions are included in the cattle emissions. Consequently, as of the 2015 submission buffalo are no longer treated as a separate category in the inventory. The emissions produced by buffalo in the time-series years 1990 through 2012 are taken into account in the inventory by adding the buffalo populations to the numbers of sucklercows.

In order to obtain homogeneous pig categories for the inventory, some of the pig categories used in the official survey have been modified. Based on the approach described in HAENEL et al. (2011b), the official animal numbers for piglets up to a weight of 20 kg per animal and for "young pigs and fattening pigs" above 20 kg per animal are transformed into animal numbers for the inventory categories "weaners" and "fattening pigs". This transformation has no impact on the total number of pigs in the emission inventory. However, the total number of pigs in the emission inventory is lower than the total number of pigs officially counted. This is due to the fact that those piglets officially counted with a weight lower than 8 kg per animal are considered sucking-pigs, which, with respect to emissions, do not form a separate animal category in the inventory but are part of the system "sows and sucking-pigs"

For sheep and separately for lambs and ewes the Federal Statistical Agency provided animal numbers for June in the years 1990 to 1998. From 1999 until 2009 the sheep numbers counted and published by the Federal Statistical Agency for May are used for the emission calculations (STATBA FS3 R4.1). For 2010 the sheep numbers published by the Federal Statistical Office were counted at the reference date 1 March, for the subsequent years at the reference date 3 November. At these reference dates the numbers of lambes are much smaller in comparison to the ewes numbers than at the reference dates in May or June. Hence, the lamb numbers have been corrected for the use in the inventory (see Chapter 6.2.1.1).

The numbers of goats in Germany were not surveyed between the years 1977 and 2010. Until 2004, the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) estimated goat populations at the national level. From 2005 onwards, the pertinent time series was continued via estimation by the Federal Statistical Office. In 2010, the total number of goats in Germany was determined for the first time and so far also for the last time during LZ 2010. The result for 2010 is markedly lower than the estimates from the previous years which, by agreement with the Federal Statistical Office, continue to be used nonetheless without correction also for 2011. The official number of goats for 2013 was used to generate the missing numbers for 2011 and 2012 by linear interpolation.

Bisons und Büffel, ohne dass die Büffel aus diesen Zahlen herauszurechnen wären. Da auf diese Weise ab dem Zeitreihenjahr 2013 die Emissionen der Büffel in den Emissionen der Rinder enthalten sind, werden Büffel im Inventar ab Submission 2015 nicht mehr als eigenständige Kategorie behandelt. Die in den Zeitreihenjahren 1990 bis 2012 von den Büffeln ausgehenden Emissionen werden im Inventar dadurch berücksichtigt, dass die Büffelzahl in diesen Jahren der Mutterkuhzahl zugeschlagen wird.

Um im Inventar möglichst homogene Schweine-Unterkategorien verwenden zu können, wurden einige der in den amtlichen Erhebungen verwendeten Tierkategorien modifiziert: Die offiziellen Tierzahlen für Ferkel bis 20 kg Tier^{-1} sowie Jung- und Mastschweine ab 20 kg Tier^{-1} werden nach dem in HAENEL et al. (2011b) beschriebenen Verfahren zu Tierzahlen für die Inventarkategorien „Aufzuchtferkel" und „Mastschweine" umgerechnet. Diese Transformation bleibt ohne Auswirkung auf die Gesamtzahl der Schweine im Emissionsinventar. Dagegen wird die Gesamtzahl der Schweine im Inventar gegenüber der offiziell erhobenen Gesamtzahl dadurch verringert, dass der Teil der offiziell erhobenen Ferkel, der bis zu 8 kg wiegt, als Saugferkel zu werten sind, die bzgl. ihrer Emissionen implizit bei den Sauen mitgerechnet werden und deshalb im Inventar nicht als separate Tierkategorie auftreten.

Für Schafe insgesamt sowie separat für Lämmer und Mutterschafe stellte das Statistische Bundesamt für die Jahre vor 1999 Juni-Zahlen auf Länderebene bereit. Von 1999 bis 2009 wurden die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Schafzahlen mit dem Erhebungstermin Mai verwendet (STATBA FS3 R4.1). Für 2010 beruhen die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Schafzahlen auf dem Erhebungstermin 1. März und in den folgenden Jahren auf dem Erhebungstermin 3. November. Zu diesen Terminen werden im Vergleich zu den Mutterschafen deutlich weniger Lämmer gezählt als zu den Mai- bzw. Juni-Terminen. Daher werden die im Invenar verwendeten Schafzahlen ab 2010 korrigiert (siehe Kapitel 6.2.1.1).

Die Ziegenzahl in Deutschland wurde zwischen den Jahren 1977 und 2010 nicht erfasst. Bis 2004 schätzte das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) die Ziegenzahlen auf nationaler Ebene. Diese Zeitreihe wurde ab 2005 durch Schätzungen des Statistischen Bundesamtes ergänzt. Die 2010 im Rahmen der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010) erstmalig und bislang auch letztmalig offiziell erfasste Gesamtzahl der Ziegen liegt deutlich unter den Schätzungen der Vorjahre. Die Schätzungen der Vorjahre werden in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt ohne Korrektur weiter verwendet. Die amtliche Ziegenzahl für 2013 wurde dazu verwendet, die nicht verfügbaren Zahlen von 2011 und 2012 durch lineare Interpolation zu berechnen.

In the years between agricultural-structure surveys, no data on horse populations are available. These data gaps were closed via interpolation. During the 2010 agricultural census the population of equids (instead of horses) was officially surveyed for the first time, without differentiation between horses and mules and asses. In oder to account for different emission potentials, the horse population is partioned into the two subcatagories “heavy horses” and “light horses/ponies”.

For mules and asses, no figures from official statistics are available. Figures published in 2003 by Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere (IGEM, interest association for mules and asses; Deutsches Eselstammbuch (German book of donkey pedigrees), 2003) indicate that some 6000 to 8000 donkeys, and about 500 mules and hinnies, were being kept in Germany as of that time. More recent figures from Deutsches Eselstammbuch (2009) are considerably lower. On the other hand, those figures are subject to large uncertainties. Hence, calculations are using a constant figure of 8500 mules and asses. However, as of Submission 2015. Mules and asses are included in the categorie “horses”.

In den Jahren zwischen den Agrarstrukturerhebungen fehlen Daten zu den Pferdebeständen. Datenlücken wurden durch lineare Interpolation geschlossen. Seit der Landwirtschaftszählung 2010 werden keine Pferdezahlen mehr erhoben, sondern Equiden gezählt. Deren Zahl schließt Esel und Maultiere ein. Die Pferdezahlen werden im Inventar zur Berücksichtigung unterschiedlichen Emissionsverhaltens in die zwei Kategorien Großpferde und Kleinpferde (incl. Ponys) unterteilt.

Für Esel und Maultiere sind keine separaten Zahlen aus der amtlichen Statistik verfügbar. Nach Angaben der Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere (IGEM, Deutsches Eselstammbuch, 2003) belief sich die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tiere auf etwa 6000 bis 8000 Esel und ca. 500 Maultiere und Maulesel. Neuere Zahlen aus dem Deutschen Eselstammbuch von 2009 liegen deutlich niedriger, weisen aber große Unsicherheiten auf. Daher wird mit einer zeitlich konstanten Zahl von 8500 Eseln und Maultieren gerechnet. Ab der vorliegenden Submission 2015 werden Emissionen von Eseln und Maultieren allerdings nicht mehr separat berechnet, sondern als Teil der Emissionen der Kategorie „Pferde“.

As the Federal Statistical Office does not publish buffalo counts. The Deutscher Büffelverband (German buffalo association) has closed this gap by providing such figures for the period as of 2000. In keeping with a recommendation in the final report for the "Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention", for the years prior to 2000 the time series for the buffalo population at the national level was completed via linear extrapolation. For the years 1990 to 1995, mathematically negative animal head counts result; they are replaced with "zeros". Since 2013, the number of buffalo is part of the cattle numbers counted by the Federal Statistical Office. Hence, for all years before 2013 the buffalo numbers have been added to the numbers of suckler cows as there is not a separate emission reporting for buffalo any longer.

Da das Statistische Bundesamt keine Büffelzahlen berichtet, wurden für die Jahre ab 2000 die Angaben des Deutschen Büffelverbandes verwendet. Aufgrund der Empfehlung im Abschlussbericht zum „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ wurde die Zeitreihe der Büffel-Population auf nationaler Ebene für die Jahre vor 2000 durch lineare Extrapolation vervollständigt. Für die Jahre 1990 bis 1995 ergaben sich rechnerisch negative Tierzahlen, die durch Nullen ersetzt wurden. Die Anzahl der Büffel ist seit 2013 in den vom Statistischen Bundesamt erhobenen Rinderzahlen mit enthalten. Deshalb wurden für alle vorhergehenden Jahre die Büffelzahlen zu den Zahlen der Mutterkühe addiert und es werden keine Büffelemissionen separat berichtet.

In the years between agricultural-structure surveys, no data on poultry populations are available. Data gaps within the time series were closed by linear interpolation. This was done also for the years 2011 and 2012 between the last survey before the correction of the counting rules (2010) and the first counting according to the new rules (2013), see Chapter 3.4.2.1.

Pullets are officially counted up to an age of 6 months even though in pullet husbandry practice pullets become laying hens at the age of 18 weeks, which is only slightly more than 4 months. Hence, for the entire time series a part of the pullet population was interpreted as laying hens. This transformation does not change the officially counted sum of pullets and laying hens. In order to account for different emission potentials, the officially counted turkeys are partitioned in the inventory for all years since 1990 into male and female turkeys.

In den Jahren zwischen den Agrarstrukturerhebungen fehlen Daten zu den Geflügelbeständen. Die Datenlücken wurden durch lineare Interpolation geschlossen. Dies gilt auch für die Jahre 2011 und 2012 zwischen der letzten Erhebung vor der Berichtskreisrevision (2010) und der ersten Erhebung nach dieser Revision (2013), siehe dazu Kapitel 3.4.2.1.

Junghennen werden entgegen der Haltungspraxis (Aufstallung als Legehenne bereits nach der 18. Woche) offiziell bis zu einem Alter von 6 Monaten gezählt, so dass für das Inventar in allen Jahren der Zeitreihe ein Teil der Junghennen in die Legehennen-Kategorie verschoben wurde, wobei die Gesamtsumme aus Jung- und Legehennen nicht verändert wurde. Die offiziellen Putenzahlen wurden im Inventar zur Berücksichtigung unterschiedlichen Emissionsverhaltens für alle Jahre seit 1990 in Hähne und Hennen aufgeteilt.

Table 3.9 shows the data gaps left by official animal number since 1990 and names the methods used for

Table 3.9 zeigt die Datenlücken, die ab 1990 bei den offiziellen Zählungen entstanden, sowie die zu ihrer

data gaps closure.

Table 3.10 summarizes the resulting time series of national numbers of animal places. The animal numbers of the various subcategories covering other cattle, pigs and poultry can be found on the data CD included ("Tables_Submission_2014.xls" on sheet „AC_1005").

Schließung verwendeten Methoden.

In Table 3.10 finden sich die resultierenden nationalen Tierplatzzahlen. Die Zahlen der Unterkategorien bei den übrigen Rinder, den Schweinen und beim Geflügel finden sich auf dem Tabellenblatt „AC_1005" auf der beiliegenden Daten-CD in der Datei „Tables_Submission_2014.xls"

Table 3.9: Reference dates of the surveys and methods of data gap filling used in the inventory

	cattle, pigs	sheep	horses, poultry	goats
1990			3 Dec	
1991			interpolation	
1992			3 Dec	
1993			interpolation	
1994			3 Dec	
1995			interpolation	
1996			3 Dec	
1997				
1998	3 Dec	3 June	interpolation	
1999			3 May	
2000			interpolation	
2001			3 May	
2002			interpolation	
2003			3 May	annual estimations of
2004			interpolation	BMELV
2005			3 May	
2006			interpolation	
2007			3 May	
2008				annual estimations of
2009		3 May	interpolation	Federal Statistical Office
2010	3 May	1 March (corrected)	1 March	1 March
2011				
2012			interpolation	interpolation
2013	3 Nov	3 Nov (corrected)	1 March	1 March

Table 3.10: Number of animal places in the German emission inventory (in 1000)

	dairy cows	other cattle including buffalo	pigs	sheep	goats	equidae	poultry
1990	6,355	13.133	26.502	3.266	90	499	113.879
1991	5,632	11.502	22.183	3.250	86	519	108.770
1992	5,365	10.843	22.618	2.999	90	539	103.662
1993	5,301	10.597	22.238	3.001	92	573	106.805
1994	5,273	10.690	21.148	2.882	95	607	109.948
1995	5,229	10.661	20.387	2.991	100	634	111.228
1996	5,195	10.565	20.809	2.953	105	661	112.507
1997	5,026	10.201	21.248	2.885	115	602	114.439
1998	4,833	10.110	22.500	2.869	125	543	116.371
1999	4,765	10.132	22.138	2.724	135	484	118.303
2000	4,570	9.969	21.768	2.743	140	500	120.180
2001	4,549	10.055	21.792	2.771	160	515	122.056
2002	4,427	9.561	22.110	2.722	160	524	122.732
2003	4,371	9.274	22.352	2.697	160	533	123.408
2004	4,285	8.912	21.758	2.714	160	521	121.984
2005	4,236	8.800	22.743	2.643	170	508	120.561
2006	4,082	8.668	22.417	2.561	180	530	123.712
2007	4,071	8.617	22.985	2.538	180	551	126.863
2008	4,218	8.754	22.677	2.437	190	521	127.542
2009	4,205	8.742	23.021	2.350	220	491	128.221
2010	4,183	8.629	22.244	2.245	150	462	128.900
2011	4,190	8.340	22.788	1.980	143	462	145.040
2012	4,190	8.319	23.648	1.966	137	461	161.180
2013	4,268	8.418	23.391	1.877	130	461	177.321

3.4.2.3 *Comparison with livestock-population figures of the FAO / Vergleich mit Tierzahlen der FAO*

The FAO publishes livestock-population figures for all countries of the world in an Internet database (FAOSTAT, http://faostat3.fao.org). Many of the livestock-population figures listed in the database differ from the corresponding figures used in the inventory. As a rule, FAOSTAT contains data collected by the Federal Statistical Office in Germany, i.e. its data source is the same as that for the inventory. Small discrepancies can be explained as the result of rounding errors and of reconstruction of individual figures that the Federal Statistical Office does not report (such as certain figures of German city-states). The following section explains the larger discrepancies.

Cattle: Unlike the inventory, for the years 2011 – 2013 FAOSTAT contains May-census data (for the same period, the inventory uses data from the November census). For years prior to 2012, minor discrepancies result in that the inventory includes buffalo populations in cattle populations. For the period prior to 2000, the FAO figures have been entered in a year that is one year off the correct year (for example, the cattle-count figures listed for 1999 are actually figures for 1998).

Pigs: In general, the swine-population figures listed by the FAO cannot be compared with the corresponding inventory figures, since the inventory always deducts the numbers of piglets that weigh less than 8 kg (see Chapter 5.4.1.1).

Sheep: As of 2010, the FAO's sheep figures cannot be compared with the corresponding inventory figures, since the inventory figures are always corrected figures (see Chapter 6.2.1.1). In the periods 1993 – 2000 and 2005 – 2009, the two sets of figures show good agreement. In the remaining periods (1990 – 1992 and 2001 – 2004), there are discrepancies – some of them large – that cannot be explained with the available information.

Goats: The numbers agree for 2010 and 2013. The inventory uses linear interpolation to estimate figures for the years 2011 and 2012; the origin of the goat-population figures for 2011 and 2012 is unclear. For the period 1991 through 2003, the FAO figures have been entered so as to be one year off the correct year (1991 contains the goat-population figures for 1990, etc…).

Horses: The horse counts for 2013 agree. The FAO figures for 2008 – 2012 are all FAO estimates, although census data for 2010 are available. Those FAO estimates differ considerably from the inventory's corresponding data, which have been obtained via linear interpolation. The inventory figures for the period through 2009 include 8,500 mules and asses in each year; those counts are lacking in the FAO figures (see Chapter 3.4.2.2).

Poultry: The poultry counts agree for nearly all years with animal censuses (1992, 1994, 1999, 2003, 2005, 2010 and 2013). It seems clear that in FAOSTAT the

Die FAO veröffentlicht Tierzahlen für alle Länder der Welt in einer Internetdatenbank (FAOSTAT, http://faostat3.fao.org). Die dort für Deutschland veröffentlichten Tierzahlen unterscheiden sich in vielen Fällen von den im Inventar verwendeten Tierzahlen. Grundsätzlich stehen in FAOSTAT Daten, die vom Statistischen Bundesamt in Deutschland erhoben worden sind, die Datenquelle entspricht also der des Inventars. Kleinere Unterschiede sind durch Rundungsfehler und Rekonstruktion von einzelnen, nicht vom Statistischen Bundesamt berichteten Tierzahlen (z. B. in Stadtstaaten) erklärbar. Im Folgenden werden die größeren Unterschiede erläutert.

Rinder: Im Unterschied zum Inventar enthält FAOSTAT in den Jahren 2011 – 2013 die Daten der Mai-Zählung (das Inventar verwendet hier die Daten der November-Zählung). Vor 2012 ist im Inventar die Büffelzahl in der Rinderzahl enthalten, was zu kleineren Abweichungen führt. Vor 2000 kommt es vor, dass die FAO-Zahlen um ein Jahr falsch eingetragen sind (z.B. enthält 1999 die Rinderzahlen von 1998).

Schweine: Die FAO-Schweinezahlen sind generell nicht mit den Inventarzahlen zu vergleichen, da im Inventar die Zahl der Ferkel mit einem Gewicht kleiner 8 kg abgezogen wird (siehe Kapitel 5.4.1.1).

Schafe: Ab 2010 sind die FAO-Schafzahlen nicht mit den Inventarzahlen zu vergleichen, da Im Inventar die Schafzahlen korrigiert werden (siehe Kapitel 6.2.1.1). In den Zeiträumen 1993 – 2000 und 2005 - 2009 stimmen die Zahlen gut miteinander überein. In den übrigen Zeiträumen (1990 -1992 und 2001 – 2004) gibt es z. T. größere Abweichungen, die mit den vorliegenden Informationen nicht erklärbar sind.

Ziegen: Die Ziegenzahlen für 2010 und 2013 stimmen überein, für die Jahre 2011 und 2012 wurden die Zahlen für das Inventar durch lineare Interpolation geschätzt. Die Herkunft der FAO-Ziegenzahlen für 2011 und 2012 ist dagegen unklar. Von 1991 bis 2003 sind die FAO-Zahlen um ein Jahr verschoben eingetragen (1991 enthält die Ziegenzahl von 1990 usw…).

Pferde: Die Pferdezahlen für 2013 stimmen überein. Die FAO-Zahlen für 2008 – 2012 sind durchweg FAO-Schätzungen, obwohl es für 2010 deutsche Zensusdaten gibt, und unterscheiden sich deutlich von den linear interpolierten Daten des Inventars. In den Inventarzahlen bis 2009 sind jeweils 8.500 Esel und Maultiere enthalten, die in den FAO-Zahlen fehlen (siehe Kapitel 3.4.2.2).

Geflügel: In fast allen Jahren mit Tierzählungen stimmen die Geflügelzahlen überein (1992, 1994, 1999, 2003, 2005, 2010 und 2013). Die Ergebnisse der Zählun-

results of the censuses of the years 1990, 1996 and 2001 have been erroneously entered in the following year in each case. Very large discrepancies are seen especially in the figures for the years 2011 and 2012, which the FAO seems to have extrapolated before the poultry counts for 2013 had become available.

gen der Jahre 1990, 1996 und 2001 sind offenbar in FAOSTAT fälschlich im darauffolgenden Jahr eingetragen. Sehr große Abweichungen zeigen sich vor allem in den Zahlen für die Jahre 2011 und 2012, die von der FAO offenbar extrapoliert worden sind, bevor die Geflügelzahl für 2013 bekannt war.

3.4.3 Frequency distributions (housing, storage, spreading) and grazing data / Häufigkeitsverteilungen (Stall, Lager, Ausbringung) und Weidedaten

For the years until 1999, frequency distributions for housing and storage systems as well as manure application procedures were provided by the agricultural sector model RAUMIS (see Chapter 3.4.3.1).

An update of (the major part of) these data[13] was not possible before 2010. This update was based on official censuses/surveys by the Statistisches Bundesamt. For details see Chapter 3.4.3.2.

The gap closure between the 1999 and the 2010 data sets is described in Chapter 3.4.3.3.

The following applies to all years after 1990:

- The storage systems or usage types “lagoon”, “dry lot”, “burned for fuel” and “composting” do not exist in Germany.
- The modelling of anaerobic digestion and the storage and spreading of digested slurry has been newly implemented for the submission 2013 (see Chapter 3.3.4.4). The frequencies of the various types of residue storage and of the spreading techniques are described in a separate chapter (Chapter 3.4.4).

Mean valus of the data mentioned above can be found on the data CD included (“Tables_Submission_2014.xls“ on sheets “AI_1005FHO“, “AI_1005FST“ and “AI_1005FSP“.)

Häufigkeitsverteilungen zu Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren sowie Angaben zu Weidedauern wurden für die Jahre bis 1999 mit dem Agrarsektormodell RAUMIS bereitgestellt, siehe Kapitel 3.4.3.1.

Eine Aktualisierung (eines großen Teils) dieser Daten[13] war erst für das Jahr 2010 mithilfe der Ergebnisse offizieller Erhebungen durch das Statistische Bundesamt möglich, siehe Kapitel 3.4.3.2

Zur Überleitung zwischen den Datensätzen von 1999 und 2010 wird auf Kapitel 3.4.3.3 verwiesen.

Grundsätzlich gilt dabei für alle Jahre ab 1990:

- Die Lagersysteme bzw. Verwendungszwecke „lagoon“, „dry lot“, „burned for fuel“ und „composting“ existieren in Deutschland nicht.
- Anaerobe Vergärung von Gülle sowie Lagerung und Ausbringung von Gärresten wurden erstmalig mit der Submission 2013 berücksichtigt (siehe Kapitel 3.3.4.4). Die Häufigkeiten der verschiedenen Gärrestelager- und –ausbringungsvarianten werden zusammengefasst in einem separaten Kapitel behandelt (Kapitel 3.4.4).

Die deutschen Mittelwerte der vorgenannten Daten finden sich auf der beiliegenden Daten-CD in der Datei „Tables_Submission_2014.xls“ auf den Tabellenblättern „AI_1005FHO“, „AI_1005FST“ und „AI_1005FSP“.

3.4.3.1 *The years until 1999 (RAUMIS) / Die Jahre bis 1999 (RAUMIS)*

For the years until 1999, data regarding the frequency distributions for housing (including shares of grazing and housing, housing types), storage types and spreading techniques (for manures) were modelled using the agricultural sector model RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationsSystem für Deutschland – regionalised information system for agriculture and environment in Germany / Institute of Rural Studies of the TI).

For an introduction to RAUMIS see Weingarten (1995), for a detailed description see Henrichsmeyer et al. (1996). The data base and details of the resulting modelling of input data for GAS-EM using RAUMIS are described in Döhler et al. (2002), Chapter 2.6.2. They are collated in the following short overview:

The frequency distributions were calculated for the years 1991, 1995, and 1999. For this purpose Germany was divided in 11 model regions whose agricultural

Für die Jahre bis 1999 wurden die Daten zu den Häufigkeitsverteilungen für Haltungsformen (Anteile Weidehaltung / Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen), Lagerungsformen sowie Ausbringungstechniken und Einarbeitungsdauern (bei Wirtschaftsdüngern) mithilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationsSystem für Deutschland / Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume des TI) modelliert.

Für eine Einführung zu RAUMIS siehe Weingarten (1995). Eine detaillierte Modellbeschreibung findet sich bei Henrichsmeyer et al. (1996). Datengrundlagen und Details der darauf aufbauenden Modellierung der GAS-EM-Eingangsdaten mit RAUMIS sind in Döhler et al. (2002), Kapitel 2.6.2 beschrieben und werden nachfolgend in einer kurzen Übersicht zusammengefasst:

Die Häufigkeitsverteilungen wurden für die Jahre 1991, 1995 und 1999 erstellt. Dazu wurde Deutschland

[13] In earlier emission reporting submissions the 1999 data set was used also for the years after 1999 as no updated data existed.

structure was considered uniform. In 13 districts within these regions experts were consulted.

These model district data formed the basis from which the data needed for the calculation of the emissions in all German districts was derived. In a first step this was done using a cluster analysis to assign all German districts to the 11 model regions regardless of boundaries of federal states. In a limited number of cases the cluster analysis had to be corrected by means of maps and statistics.

A second step was performed under the assumption that the stock size has a major impact on the type of the chosen housing system. Therefore a projection was carried out for an approximate estimate of the frequencies of housing systems in all regions. The projection was based on collected characteristics that was differentiated according to stock size classes. It was taken into account that the manure management depends on individual regulations of each federal state concerning informational, advisory and supporting programmes as well as sanctions.

The Federal Statistical Office (Statistisches Bundesamt) replenished the surveys in the modelled regions with a special evaluation of the amount of manure and slurry in agricultural farms ordered by administrative districts. For the assessment of the situation in the New Länder in 1990, data of the official 1987 GDR census on buildings and building structures were used.

For the emission calculations, the distributions modelled by RAUMIS are applied as follows: 1991 for 1990 to 1993; 1995 for 1994 to 1998; 1999 for the years from 1999 onwards.

The data provided by RAUMIS for the frequency distribution of various laying hen housing systems were not used. Time series supplied by the Statistisches Bundesamt covering single federal states were used instead. The latter allow for a better tracing of the changes with time in laying hen housing systems. For details see Chapter 8.3.8.3.

This data base was used to derive national means of the respective frequency distributions for the years 1990 to 1999. They can be found on the data CD enclosed (Table “AI_1005FHO” on sheet “Tables_Submission_2013.xls”)

in 11 Modellregionen mit jeweils vergleichbarer Agrarstruktur gegliedert, in denen in 13 repräsentativen Kreisen Expertenbefragungen durchgeführt wurden.

Für die Übertragung und Hochrechnung der Modellkreisdaten zur Erstellung einer Datengrundlage für eine flächendeckende Emissionsberechnung erfolgte in einem einem ersten Schritt eine Clusteranalyse, um alle deutschen Kreise den 11 Modellregionen zuordnen zu können. Dabei wurde auch eine bundeslandübergreifende Zuordnung zugelassen. Die Ergebnisse der Clusteranalyse wurde in einigen wenigen Fällen anhand von Karten und Statistiken korrigiert.

Unter der Annahme, dass die Bestandsgröße bei der Ausprägung der Stallhaltungsformen von entscheidender Bedeutung ist, erfolgte in einem zweiten Schritt zur Schätzung der Verfahrensumfänge in allen Regionen eine Hochrechnung auf Grundlage der nach Bestandsgrößenklassen differenziert erfassten Merkmale. Dabei wurde auch berücksichtigt, dass das Wirtschaftsdünger-Management von Informations-, Beratungs- und Förderprogrammen sowie von Auflagen abhängt, die auf Bundesländerebene ausgestaltet werden.

Eine Sonderauswertung des Mist- und Gülleanfalls in landwirtschaftlichen Betrieben nach Regierungsbezirken durch das Statistische Bundesamt ergänzte die Erhebungen in den Modellregionen. Zur Einschätzung der Situation in den neuen Ländern im Jahr 1990 wurden Daten der DDR-Bausubstanzanalyse 1987 herangezogen.

Die mit RAUMIS modellierten Verteilungen werden für die Emissionsberechnungen wie folgt als gültig angenommen: 1991 für 1990 bis 1993; 1995 für 1994 bis 1997; 1999 für 1998 und 1999.

Die von RAUMIS bereitgestellten Häufigkeiten der unterschiedlichen Legehennen-Haltungsformen werden nicht verwendet. Stattdessen kommen durch das Statistische Bundesamt (auf Bundesland–Ebene) bereitgestellte Zeitreihen zum Einsatz, mit denen der zeitlichen Verlauf der Änderungen in der Legehennenhaltung besser abgebildet werden kann, siehe Kapitel 8.3.8.3.

Aus der vorstehend beschriebenen Datenbasis wurden nationale Mittelwerte der Verteilungen für die Jahre 1990 bis 1999 abgeleitet. Sie finden sich in Tabelle AI_1005FHO (siehe beiliegende Daten-CD, Datei Tables_Submission_2014.xls).

3.4.3.2 *The years 2010 and 2011 (LZ2010 and manure management survey 2011) / Die Jahre 2010 und 2011 (LZ 2010 und Wirtschaftsdünger-Erhebung 2011)*

The frequency distributions of housing and storage facilities as well as application procedures for 2010 were updated using the results of the 2010 official agricultural census[14] and of the simultaneous survey of agricultural production methods (LZ2010, „Landwirtschaftszählung 2010“) as well as the 2011 survey on manure application practices (“Erhebung über Wirtschaftsdü-

Die Häufigkeitsverteilungen von Haltungs-, Lager- und Ausbringungsverfahren wurden für 2010 anhand der vom Statistischen Bundesamt durchgeführten „Landwirtschaftszählung 2010“[14] und der parallel dazu durchgeführten „Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden“ (LZ 2010) sowie der „Erhebung über Wirtschaftsdüngerausbringung im Kalenderjahr

[14] https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaft/Landwirtschaftszaehlung2010/Ergebnisse.html

ngerausbringung")[15]. Census and both surveys were carried out by the Federal Statistical Agency.

The procedures used for the evaluation of the results is decribed in DIETERLE (2012). The resolution in space is federal states, i.e., all districts within a given state are described with the same data set. A higher resolution in space (districts) appeared not meaningfull in view of the uncertainties involved.

For the same reason, separate evaluations were not performed for the single city states. Instead, Bremen was treated like Niedersachsen, Berlin like Brandenburg, and Hamburg like Schleswig-Holstein.

The working group on emission reporting had made proposals to inquire frequency distributions for the application procedures of solid manures. These were not accepted for the questionnaires. The little information that could be extracted from the remaining questions do not allow for a detailed estimate of incorporation times of solid manure (see Chapter 3.4.3.3).

To a large extent, the data sets supplied by Statistisches Bundesamt had to be recalculated or aggregated to fit them into the existing calculation routines within GAS-EM. These modifications are described below.

From the data base described below, national means of frequency distributions were deduced for the year 2010. These values were adopted for the subsequent years except for the spreading of liquid manure since 2012, see Chapter 3.4.3.2.6.

2010 für die Emissionsberichterstattung"[15] aktualisiert.

Die Vorgehensweise zur Auswertung der Erhebungsergebnisse wird in DIETERLE (2012) beschrieben. Sie erfolgte auf Bundeslandebene, sodass allen Kreisen eines Bundeslandes identische Datensätze zugewiesen wurden. Eine Auswertung auf Kreisebene war wegen der damit verbundenen großen statistischen Unsicherheit nicht sinnvoll.

Aus diesem Grunde wurden auch die Ergebnisse der Stadtstaaten verworfen und durch die Ergebnisse der benachbarten Flächenbundesländer ersetzt: Bremen durch Niedersachsen, Berlin durch Brandenburg und Hamburg durch Schleswig-Holstein.

Die durch die Emissionsberichterstattungsgruppe vorgeschlagenen Fragen zur Festmist-Ausbringung wurden für den Fragenkatalog nicht akzeptiert. Die Antworten auf die wenigen verbliebenen Fragen erlauben keine differenzierte Einschätzung der aktuellen Situation hinsichtlich der Dauer der Einarbeitung von Festmist, siehe dazu Kapitel 3.4.3.3.

Die vom Statistischen Bundesamt bereitgestellten Erhebungsergebnisse mussten für die Berechnungsroutinen in GAS-EM zum Großteil umgerechnet oder zusammengefasst werden. Diese Umrechnungen werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

Aus der nachstehend beschriebenen Datenbasis wurden nationale Mittelwerte der Verteilungen für das Jahr 2010 abgeleitet. Diese Werte wurden auch für die nachfolgenden Jahre übernommen. Ausgenommen davon ist die Flüssigmistausbringung ab 2012, siehe Kapitel 3.4.3.2.6.

3.4.3.2.1 *Housing systems, cattle / Haltungsverfahren, Rinder*

Statistisches Bundesamt provided frequency distributions of housing systems for dairy cows, heifers, suckler cows, mature males > 2 years and calves. These comprise

- tied systems, predominantly slurry based;
- tied systems, predominantly solid manure based;
- loose housing systems, predominantly slurry based;
- loose housing systems, predominantly solid manure based;
- other housing systems.

The category "other housing systems" is not defined with respect to its emission properties. Hence it cannot be used in emission reporting. The percentages of this category were redistributed to the other housing facility categories according to their proportions. On the national scale, about 3 % of all housing systems had been declared "other systems" for heifers and male beef cattle, 20 % of suckler cows, 13 % of mature males > 2 years. For dairy cows the share of "other systems" on the national scale was close to 0 %. However, differ-

Vom Statistischen Bundesamt wurden für Milchkühe, Färsen, Mutterkühe, Männliche Mastrinder, männliche Rinder > 2 Jahre und Kälber die prozentualen Anteile folgender Stallhaltungsverfahren bereitgestellt:

- Anbindeställen, überwiegend mit Gülle;
- Anbindeställen, überwiegend mit Festmist;
- Laufställen, überwiegend mit Gülle;
- Laufställen, überwiegend mit Festmist;
- andere Haltungsverfahren.

Die Kategorie „andere Haltungsverfahren" ist hinsichtlich der Emissionseigenschaften undefiniert und kann daher für die Emissionsberichterstattung nicht verwendet werden. Die Anteile dieser Kategorie wurden auf die übrigen vier Stallhaltungsverfahren entsprechend deren relativer Häufigkeit aufgeteilt. Dadurch stimmen die im Inventar verwendeten Zahlen bei den Färsen und männlichen Mastrindern (bundesweit je 3 % „andere Haltungsverfahren"), Mutterkühen (20 %), männliche Rinder > 2 Jahre (13 %) nicht mit den vom Statistischen Bundesamt gelieferten Prozentzahlen

[15] https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Produktionsmethoden/Produktionsmethoden.html

ences were observed for a few federal states - 3 states declared 1 and 2 % “other systems”. As a result of the redistribution, the data used within inventory deviate from those supplied by Statistisches Bundesamt.

The frequency data of calves as provided by Stitistisches Bundesamt cannot be used in the inventory. The survey counts animals up to 8 months as calves. The inventory defines calves as animals younger than 2 months.

Furthermore, the inventory assumes that from 2003 onwards calves have been kept in deep bedding systems, whereas before 2003 the were kept in tied systems with bedding (50 %) and in deep bedding systems (50 %). (Expert judgement KTBL, as tied systems for calves were banned in Germany.)

The information provided by Statistisches Bundesamt with regard to suckler cows as “loose housing systems” is taken to be deep bedding systems (expert judgement KTBL). For male beef cattle, “loose housing systems” is interpreted as “sloped floor systems with bedding”. This is the same definition as in RAUMIS. For all other animal categories “loose housing systems, predominantly solid manure based” is considered a loose house with periodical removal of manure. For heifers, this results in a revision of the category “deep bedding” used between 1990 and 1999 (expert judgement KTBL).

überein. Analog verfahren wurde bei den Milchkühen, bei denen zwar auf Bundesebene 0 % andere Haltungsverfahren erhoben wurden, bei denen allerdings auf Bundeslandebene auch 3 Bundesländer mit 1 und 2 % anderen Haltungsverfahren erfasst wurden.

Die vom Statistischen Bundesamt gelieferten Verteilungsdaten für Kälber wurden nicht verwendet, da sie für Kälber bis zu einem Alter von 8 Monaten erhoben wurden, im Inventar die Kategorie Kälber aber nur Rinder bis zu einem Alter von 2 Monaten umfasst.

Außerdem wird angenommen, dass Kälber seit 2003 zu 100 % auf Tiefstreu gehalten wurden und davor zu 50 % in Anbindehaltung mit Festmist und zu 50 % auf Tiefstreu (Expertenurteil KTBL aufgrund des Verbots der Anbindehaltung bei Kälbern in Deutschland).

Bei den Mutterkühen wird „Laufstall, überwiegend mit Festmist“ für das Inventar als Tiefstreu interpretiert (Expertenurteil KTBL). Bei den männlichen Mastrindern wird „Laufstall, überwiegend mit Festmist“ im Inventar als Tretmist angesehen (entsprechend der in RAUMIS verwendeten Kategorie). Bei allen anderen Tierkategorien wird „Laufstall, überwiegend mit Festmist“als Stall mit regelmäßiger Entmistung interpretiert. Dies bedeutet bei den Färsen eine nachträgliche Revision der ursprünglichen in RAUMIS verwendeten Kategorie „Tiefstreu“, auch für die Jahre 1990 bis 1999 (Expertenurteil KTBL).

3.4.3.2.2 *Housing systems pigs / Haltungsverfahren, Schweine*

Statistisches Bundesamt provided frequency distributions of housing systems for the animal categories “sows” (for reproduction) and “other pigs” (including piglets) :

- fully slatted floors,
- partly flatted floors,
- non-slatted floors with bedding and periodical removal of manure,
- other housing systems
- free range.

The inventory differentiates between the subcategories sows (including suckling-pigs), weaners, fattening pigs and boars (for reproduction). So far, identical housing data were used for sows and boars. The same applied to weaners and fattening pigs. For reasons of consistency this treatment was maintained when the 2010 data sets provided by Statistisches Bundesamt were evaluated.

The category “other housing systems” cannot be used in the inventory as it is not defined there. It is interpreted as a closed insulated stable deep bedding system.

The category “free range” cannot be treated adequately in the inventory due to lack of emission factors. However, its frequency on the national level as reported by Statistisches Bundesamt is 0 %. Few federal states reported a frequency of 1 %. In the inventory, “free range” is treated in the same way as a “free ventilated

Das Statistische Bundesamt stellte für die Tierkategorien Zuchtsauen und übrige Schweine inklusive Ferkel die prozentualen Anteile folgender Stallhaltungsverfahren bereit:

- Vollspaltenboden,
- Teilspaltenboden,
- planbefestigter Boden mit Einstreu und regelmäßiger Entmistung,
- andere Stallhaltungsverfahren
- Freiland.

Das Inventar unterscheidet zwischen Zuchtsauen (inklusive Saugferkel), Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Zuchtebern. Dabei wurden bisher für Eber und Zuchtsauen die gleichen Daten zu Haltungsverfahren verwendet. Analog war das Vorgehen für Mastschweine und Aufzuchtferkel. Aus Konsistenzgründen wurde dies bei der Auswertung der vom Statistischen Bundesamt für 2010 gelieferten Erhebungsdaten beibehalten.

Die Kategorie „andere Stallhaltungsverfahren“ ist hinsichtlich der Emissionseigenschaften undefiniert und kann daher für die Emissionsberichterstattung nicht verwendet werden. Sie wird als Tiefstreu im wärmegedämmten Stall interpretiert.

Die Kategorie „Freiland“ ist mangels Emissionsfaktor in GAS-EM nicht abbildbar. Auf Bundesebene liegt ihr Anteil nach den gelieferten Zahlen des Statistischen Bundesamtes bei 0 %; in den wenigen Bundesländer, für die Freilandhaltung mit 1 % ermittelt wurde, wird „Frei-

deep bedding system".

The other three provided housing systems are expected to be closed insulated stable systems.

As practiced in former inventories, the inventory differentiates for sows and boars between slurry based and farmyard manure systems. The frequencies of fully and partly slatted floor systems are combined in the inventory category "slurry based systems". The three remaining categories obtained from LZ2010 are combined under the inventory category "solid manure systems".

For weaners and fattening pigs the four categories "fully slatted floor systems", "partly slatted floor systems", "non-slatted floors with bedding and periodical removal of manure", "sloped floor systems" and "deep bedding system" are taken into account.

land" im Inventar wie „Tiefstreu im Außenklimastall" behandelt.

Für die anderen drei erhobenen Stallhaltungsverfahren wird angenommen, dass sie wärmegedämmt sind.

Für Zuchtsauen und Eber wird im Inventar wie bisher nur zwischen Flüssigmist- und Festmistverfahren unterschieden. Die Summe der offiziell erhobenen Häufigkeiten von „Vollspaltenboden" und "Teilspaltenboden" liefert die Häufigkeit der Inventarkategorie „Flüssigmist", die Summe der Häufigkeiten der anderen drei in der LZ 2010 berücksichtigten Stallhaltungsverfahren die Häufigkeit der Inventarkategorie „Festmist".

Bei den Mastschweinen und Aufzuchtferkeln werden die vier Kategorien „Vollspaltenboden, „Teilspaltenboden", „planbefestigter Boden mit Einstreu und regelmäßiger Entmistung" und „Tiefstreu" verwendet.

3.4.3.2.3 *Grazing times, cattle / Weidezeiten, Rinder*

Statistisches Bundesamt made data available describing the frequency of animals grazing (in %), the mean annual duration of the grazing period (in weeks) and the average daily grazing time (in hours per day) for dairy cows, heifers, male beef cattle, mature males > 2 years and calves.

Of these, the data for calves are not used in the inventory, as the category described by Statistisches Bundes-amt (calves younger than 8 months) differs from that used in the inventory (calves younger than 2 months). For calves younger then 2 months, no grazing is assumed.

All other data supplied by Statistisches Bundesamt are used as provided.

In previous submissions, no data were available for grazing times of male beef cattle and mature males > 2 years. Therefore "no grazing" had been assumed for these subcategories. In the present submission, the data provided for 2010 are used for the entire time series from 1990 to 2012.

Annual grazing times on a national level are summarized on the data CD in Table AI_1005FHO on the sheet Tables_Submission_2014.xls. These data are derived from survey data provided by Statistisches Bundesamt.

Vom Statistischen Bundesamt wurde der Anteil der Tiere mit Weidegang in Prozent, die durchschnittliche jährliche Weidedauer in Wochen und die durchschnittliche Weidedauer in Stunden pro Tag für Milchkühe, Färsen, Mutterkühe, männliche Mastrinder, männliche Rinder > 2 Jahre und Kälber bereitgestellt.

Die Daten für die Kälber wurden nicht verwendet, da sie für Kälber bis zu einem Alter von 8 Monaten erhoben wurden, im Inventar die Kategorie Kälber aber nur Rinder bis zu einem Alter von 2 Monaten umfasst. Für Kälber bis 2 Monate wird davon ausgegangen, dass sie keinen Weidegang haben.

Die übrigen Daten des Statistischen Bundesamtes wurden unverändert übernommen.

Für frühere Inventare gab es für männliche Mastrinder und männliche Rinder > 2 Jahre keine Informationen zum Weidegang, weshalb „kein Weidegang" angenommen wurde. Die für 2010 für diese beiden Tierkategorien erhobenen Weidegangdaten wurden daher für den gesamten Berichtszeitraum 1990 bis 2012 übernommen.

In Tabelle AI_1005FHO (siehe Daten-CD, Datei Tables_Submission_2014.xls) wird auf Bundesebene die aus aus den Erhebungsdaten folgende durchschnittliche jährliche Weidezeit in % des Jahres angegeben.

3.4.3.2.4 *Grazing times, sheep / Weidezeiten, Schafe*

For sheep (including lambs) Statistisches Bundesamt provided the share of animals grazed (in %), the mean annual duration of the grazing period (in weeks) and the mean daily grazing hours for each federal state. For the city states data from the neighbouring federal states (Schleswig-Holstein for Hamburg, Niedersachsen for Bremen, Brandenburg for Berlin) were adopted. It is not possible to create a time series from 1990 onwards. Therefore the 2010 data are used for all years from 1990 onwards.

Annual grazing times on a national level are summarized on the data CD enclosed in Table AI_1005FHO on the sheet Tables_Submission_2014.xls. These data are derived from survey data provided by Statistisches Bundesamt.

Vom Statistischen Bundesamt wurde für jedes Bundesland der Anteil der Tiere mit Weidegang in Prozent, die durchschnittliche jährliche Weidedauer in Wochen und die durchschnittliche Weidedauer in Stunden pro Tag für die Tierkategorie Schafe (inklusive Lämmer) bereitgestellt. Für die Stadtstaaten wurden die Daten der benachbarten Bundesländer übernommen (Schleswig-Holstein für Hamburg, Niedersachsen für Bremen, Brandenburg für Berlin). Eine Zeitreihe ab 1990 lässt sich nicht erstellen. Daher werden die Daten von 2010 für alle Jahre ab 1990 eingesetzt.

In Tabelle AI_1005FHO (siehe beiliegende Daten-CD, Datei Tables_Submission_2014.xls) wird auf Bundesebene die aus den Erhebungsdaten folgende durchschnittliche jährliche Weidezeit in % des Jahres angegeben.

3.4.3.2.5 *Slurry storage systems, cattle and pigs / Güllelagerverfahren, Rinder und Schweine*

The following separate frequency distributions were provided by Statistisches Bundesamt for slurry stores in cattle and pig husbandry:

- without cover,
- with natural crust,
- with artificial crust,
- with plastic film or solid cover.

The frequencies of these categories apply to the cattle and pig categories as a whole. No further differentiation is made for subcategories.

The official surveys did not cover the share of slurry stored underneath slatted floors. In Germany this fraction cannot be neglected. The 1999 frequency distributions (last data set provided by RAUMIS), however, allowed for this differentiation. The data available for animal numbers of dairy cows and fattening pigs were used to assess weighted means of the shares of slurry stored underneath slatted floors in 1999. The (rounded) mean of 32 % was then used for all cattle and pigs in the inventory for 2010. The remaining 68 % were split into the categories provided according to the percentages obtained for the evaluation of the official survey data.

Vom Statistischen Bundesamt wurden getrennt für Rinder und Schweine die prozentualen Anteile für folgende Güllelager-Varianten bereitgestellt:

- ohne Abdeckung,
- mit natürlicher Schwimmdecke,
- mit künstlicher Schwimmdecke,
- mit Folien- oder fester Abdeckung.

Diese Anteile gelten jeweils für alle Rinder und alle Schweine und werden nicht nach Unterkategorien differenziert.

Durch die offizielle Erhebung nicht abgefragt wurde der Anteil der Gülle, der unter Spaltenboden gelagert wird und der in Deutschland nicht unbedeutend ist. Mit Hilfe der Milchkuhzahlen bzw. Mastschweinezahlen von 1999 wurde das gewichtete Mittel des Anteils der Güllelagerung unter Spaltenboden in den einzelnen Bundesländern aus dem letzten verwendeten RAUMIS-Datensatz von 1999 gebildet. Dieser Anteil wurde auf ganze Prozent gerundet (jeweils 32 %) und für 2010 und alle Rinder bzw. Schweine angenommen. Die restlichen 68 % wurden zwischen den gelieferten vier Güllelagerkategorien gemäß ihren relativen Anteilen aufgeteilt.

3.4.3.2.6 *Spreading of liquid organic fertilizers / Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger*

The Federal Statistical Agency (Statistisches Bundesamt) delivered frequency distributions for the application of untreated slurry from cattle and pigs, of leachate from cattle and pigs (combined) and of liquid digestates (digested manure from cattle, pigs and poultry as well as residues from anaerobic digestion of energy plants), covering the techniques involved, the time span between application and incorporation as well as the kind of land use:

- **broad cast:** Application to bare soil: with immediate incorporation, incorporation within 1 to 4 hours, 4 to 8 hours or more than 8 hours. Application to tilled arable land, grassland or permanent crops;
- **trailing hose:** Application to bare soil: with immediate incorporation, incorporation within 1 to 4 hours, 4 to 8 hours or more than 8 hours. Application to tilled arable land, grassland or permanent crops;
- **trailing shoe:** application to bare soil, to tilled arable land, to grassland or to permanent crops;
- **slot injection:** application to bare soil, to tilled arable land, to grassland or to permanent crops;
- **slurry cultivator or other injection techniques:** application to bare soil, to tilled arable land, to grassland or to permanent crops;

Vom Statistischen Bundesamt wurden jeweils für Rinder- bzw. Schweinegülle (unbehandelt) sowie für Jauche (Rinder- und Schweinejauche gemeinsam) und flüssigen Gärrest (vergorene Rinder-, Schweine- und Geflügelexkremente sowie Gärreste von Energiepflanzen gemeinsam) die Anteile bereitgestellt, die mit folgenden Techniken und Einarbeitungszeiten sowie auf folgende Flächennutzungsarten ausgebracht wurden:

- **Breitverteiler:** Ausbringung auf unbestelltes Ackerland: Einarbeitung sofort, zwischen 1 und 4 h, zwischen 4 und 8 h oder nach mehr als 8 h. Ausbringung auf bestelltes Ackerland, auf Dauergrünland oder auf Dauerkulturen;
- **Schleppschlauch:** Ausbringung auf unbestelltes Ackerland: Einarbeitung sofort, zwischen 1 und 4 h, zwischen 4 und 8 h oder nach mehr als 8 h. Ausbringung auf bestelltes Ackerland, auf Dauergrünland oder auf Dauerkulturen;
- **Schleppschuh:** Ausbringung auf unbestelltes Ackerland, auf bestelltes Ackerland, auf Dauergrünland oder auf Dauerkulturen;
- **Schlitzverfahren:** Ausbringung auf unbestelltes Ackerland, auf bestelltes Ackerland, auf Dauergrünland oder auf Dauerkulturen;
- **Güllegrubber oder andere Injektionsverfahren:** Ausbringung auf unbestelltes Ackerland, auf bestelltes Ackerland, auf Dauergrünland oder auf Dauerkulturen.

Any incorporation after 12 hours was treated as „incorporation between 8 and 12 hours".

For the years from 2012 onwards it is assumed in the inventory that spreading with broadcast or trailing hose onto arable land goes with incorporation within 4 hours. This assumption is based on the specification approved of by the Agrarministerkonfernz (Conference of the farming ministers of the federal states) on 1 April 2011 in Jena: According to this specification, liquid manure has to be incorporated not later than 4 hours after application on bare arable land from 2011/2012 onwards.

The German inventory system has no emission factors for permanent cultures. These are treated in the same way as grassland. The share applied to permanent crops is thus added to the share spread on grassland.

In Germany there do not exist any differentiated emission factors for the slurry application with trailing shoe referring to the kind of land use. Therefore all shares of slurry applicated on different kinds of land use with the trailing shoe technique are summarized.

The same applies to the slot injection technique. Furthermore all shares of slurry applicated on different kinds of land use with the slot injection technique are summarized with the shares of the category "slurry cultivator or other injection techniques" (except the share applicated to bare soil). Slurry applicated to bare soil with a technique out of the category "slurry cultivator or other injection techniques" is calculated individually because of the existence of a technique specific emission factor.

Die Einarbeitung nach mehr als 8 h wurde als Einarbeitung nach höchstens 12 h interpretiert.

Für die Jahre ab 2012 wird angenommen, dass nach der Ausbringung auf unbestelltes Ackerland mit Breitverteiler oder Schleppschlauch die Einarbeitung nach höchstens 4 h vollzogen wurde. Grund ist eine Konkretisierung der Verwaltungsvorschriften zur Düngeverordnung in Deutschland auf Grundlage der Agrarministerkonfernz am 01.04.2011 in Jena, nach der ab 2011/2012 die Einarbeitung von flüssigem Wirtschaftsdünger innerhalb von 4 Stunden nach der Ausbringung auf unbewachsenen Ackerflächen stattgefunden haben muss.

Für die Ausbringung auf Dauerkulturen existieren in Deutschland keine Emissionsfaktoren, daher wird im Inventar der Anteil, der auf Dauerkulturen ausgebracht wurde, jeweils dem Anteil, der auf Dauergrünland ausgebracht wurde, hinzugezählt.

Für die Ausbringung mit dem Schleppschuh existieren in Deutschland keine nach Flächennutzungsart differenzierten Emissionsfaktoren. Daher werden alle auf unterschiedliche Flächennutzungen ausgebrachten Anteile, die mit dem Schleppschuh ausgebracht wurden, zusammengezählt.

Gleiches gilt für Schlitzverfahren. Die auf unterschiedliche Flächennutzungen ausgebrachten Anteile des Schlitzverfahrens werden für das Inventar außerdem mit den Anteilen aus der Kategorie „Güllegrubber oder andere Injektionsverfahren" (mit Ausnahme des auf unbestelltem Ackerland ausgebrachten Anteils) zu einem Wert zusammengefasst. Der mit dem Güllegrubber auf unbestelltem Ackerland ausgebrachte Anteil wird einzeln verwendet, da hierfür ein Emissionsfaktor vorhanden ist.

3.4.3.3 *Gap closure for the years 2000 to 2009 / Datenlückenschließung für die Jahre 2000 bis 2009*

Data were provided for 1999 using the latest available RAUMIS data set (see Chapter 3.4.3.1). The gaps between this data and the data originating from the evaluation of the 2010 agricultural census and the 2011 survey on application techniques (see Chapter 3.4.3.2) were closed by linear interpolation on district level.

In some cases, the new data sets do not provide data categories fitting those of RAUMIS. One example is the share of slurry that is incorporated 12 to 24 hours after application. As a result of the interpolation between 1999 and 2010 the respective categories become extinct in 2010 for the first time.

In other cases where the 2010 agricultural census did not yield the necessary data, the 1999 RAUMIS data were extrapolated. This affects solid manure application as a whole (including manure produced in poultry production systems).

For laying hens only, Statistisches Bundesamt provided special frequency distributions for housing for the period from 2000 to 2009. For details see Chapter 8.3.8.3.

Der Zeitraum zwischen dem Jahr mit dem letzten RAUMIS-Datensatz (1999, siehe Kapitel 3.4.3.1) und dem Jahr 2010, für das durch die Landwirtschaftszählung 2010 und die Erhebung zur Wirtschaftsdüngerausbringung im Frühjahr 2011 aktuelle Daten vorliegen (siehe Kapitel 3.4.3.2), wird durch lineare Interpolation auf Kreisebene überbrückt.

Es gibt Fälle, in denen einer einzelnen RAUMIS-Datenkategorie keine neu erhobene Datenkategorie gegenübersteht. Dies gilt z. B. für die Einarbeitung von Flüssigmist innerhalb von 24 h. In diesen Fällen bewirkt die Interpolation, dass genau im Jahr 2010 diese Kategorie das erste Mal nicht mehr vorkommt.

In Fällen, in denen die Landwirtschaftszählung 2010 keine Daten erbrachte, wird im Inventar weiterhin mit den entsprechenden Daten des letzten RAUMIS-Datensatzes von 1999 gerechnet. Dies betrifft den gesamten Bereich der Ausbringung von Festmist (einschließlich Hühnermist).

Für Legehennen gilt der Sonderfall, dass auch für die Jahre 2000 bis 2009 separate Daten zu den Häufigkeitsverteilungen der Haltungsformen durch das Statistische Bundesamt bereitgestellt wurden, siehe Kapitel 8.3.8.3.

3.4.4 Data on the digestion of animal manures and energy plants / Daten zur Vergärung von Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen

3.4.4.1 *Data bases used / Ausgangsdaten*

The time series of the activity data have been provided by KTBL (2014) using data especially of the DBFZ (German Biomass Research Center) (SCHEFTELOWITZ, 2014). For additional sources see KTBL (2014):

- register of all 8896 anaerobic digestion plants receiving remuneration according to the German renewable energy act (EEG) (register generated from data provided by transmission network operators (TNO) as of December 31, 2012);
- database of substrate input for 1664 anaerobic digestion plants;
- time series of installed electric capacity of anaerobic digestion plants in Germany from 1990 to 2013 and differentiated for each federal state from 2004 to 2013;
- Time series of N excretion of cattle, pigs and poultry for each federal state from 1990 to 2013 (calculated with the inventory model GAS-EM).

Die Zeitreihen der Aktivitätsdaten wurden durch KTBL (2014) unter Verwendung von Daten insbesondere des DBFZ (SCHEFTELOWITZ, 2014) bereitgestellt (zu weiteren Quellenagaben siehe KTBL, 2014):

- Biogasanlagenregister mit allen 8896 nach EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) vergüteten Biogasanlagenstandorten in Deutschland, erstellt aus den Datenbanken der Übertragungsnetzbetreiber mit Stand 31. Dezember 2012;
- Substratinputdatenbank zu 1664 Biogasanlagen mit Angaben zur Substratzusammensetzung;
- Zeitreihendaten zur installierten elektrischen Leistung der Biogasanlagen für 1990 bis 2013 für Deutschland und von 2004 bis 2013 nach Bundesländern;
- Zeitreihendaten zu N-Ausscheidungen von Rindern, Schweinen und Geflügel differenziert nach Bundesländern für 1990 bis 2013 (berechnet mit dem Inventarmodell GAS-EM).

3.4.4.2 *Digestion of animal manures / Vergärung von Wirtschaftsdünger*

3.4.4.2.1 *Shares of digested manure and frequencies of gas tight residue storage / Anteile vergorenen Wirtschaftsdüngers und Häufigkeiten gasdichter Gärrestelager*

Cattle slurry, cattle farmyard manure, pig surry and poultry manure were considered for anaerobic digestion. Data for pig farmyard manure were too unreliable due to its low occurrence.

Table 3.11 shows the time series of the shares of the different manure categories that have been digested. The time series were derived by KTBL (2014). Within the inventory model GAS-EM the time series are interpreted as shares of N excretions (including N contributions by bedding material) and VS excretions that were digested. This was done separately for each single sub-category of cattle, pigs and poultry. The respective amounts of N and VS are calculated routinely in the inventory (see Chapters 3.3.3.1 sowie 4, 5 und 8).

The data in Table 3.11 represent ratios of amounts of animal manures. Both for nominator and denominator KTBL (2014) estimates the uncertainty (half the 95 % confidence interval) with 10 %. This results in a total uncertainty of $(0.01^2 + 0.01^2)^{1/2} \approx 0.14$, i. e. 14 %, for the data given in Table 3.11.

Table 3.12 shows the time series of the shares of the total amounts of manure that have been stored in gas-tight storage. The time series were derived by KTBL (2014). It was not possible to differentiate between different categories of substrate (cattle slurry, cattle farmyard manure, pig slurry and poultry manure). (Only for energy plants it was possible to derive a separate time series, see Chapter 3.4.4.3.) The shares given in Table 3.12 were intepreted as shares of N and VS.

Bei der Vergärung von Wirtschaftsdünger wurden Rindergülle, Rindermist, Schweinegülle und Geflügelmist berücksichtigt. Für Schweinmist war wegen des geringen Aufkommen die Datenlage zu unsicher.

Table 3.11 zeigt die von KTBL (2014) anhand der Ausgangsdaten (siehe Kapitel 3.4.4.1) abgeleiteten Anteile der verschiedenen Wirtschaftsdüngerkategorien, die der Vergärung zugeführt wurden. Die Daten wurden in GAS-EM als Anteile der N-Ausscheidungen (incl. N aus Einstreu) und der VS-Ausscheidungen interpretiert, die in die Vergärung gelangten. Dies erfolgte getrennt für jede einzelne Rinder-, Schweine- und Geflügelkategorie. Die entsprechenden N und VS-Mengen werden im Inventar routinemäßig berechnet (siehe Kapitel 3.3.3.1 sowie 4, 5 und 8).

Die Daten in Table 3.11 stellen Quotienten von Wirtschaftsdüngermengen dar. Sowohl für Nenner als auch Zähler schätzt KTBL (2014) die Unsicherheite (halbes 95 %-Konfidenzintervall) mit 10 %. Daraus resultiert für die Daten in Table 3.11 eine Gesamtunsicherheit von rund $(0{,}01^2 + 0{,}01^2)^{1/2} \approx 0{,}14$, entsprechend rund 14 %.

Table 3.12 zeigt den von KTBL (2014) abgeleiteten Anteil der Wirtschaftsdünger-Gesamtmenge, der nach der Vergärung in gasdichten Gärrestlagern gelagert wurde. Eine Differenzierung nach Substratkategorien (Rindergülle, Rindermist, Schweinegülle und Geflügelmist) war nicht möglich. (Lediglich für Energiepflanzen konnte eine separate Zeitreihe erstellt werden, siehe Kapitel 3.4.4.3). Die Daten wurden auch hier als Anteile von N- und VS-Mengen interpretiert.

Table 3.11: Digestion of manures, percentages of animal manures to be digested

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
total (weighted mean)	**0.003**	**0.008**	**0.011**	**0.015**	**0.018**	**0.045**	**0.075**	**0.097**	**0.219**	**0.251**
cattle slurry	0.005	0.012	0.017	0.023	0.025	0.060	0.101	0.132	0.301	0.343
cattle solid manure	0.001	0.002	0.003	0.003	0.005	0.013	0.022	0.029	0.067	0.076
pig slurry	0.003	0.009	0.012	0.016	0.019	0.047	0.076	0.095	0.199	0.230
poultry manure	0.004	0.009	0.013	0.017	0.021	0.050	0.083	0.103	0.227	0.263
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
total (weighted mean)	**0.41**	**0.57**	**0.84**	**1.00**	**1.33**	**2.81**	**4.25**	**5.97**	**7.22**	**8.81**
cattle slurry	0.57	0.80	1.20	1.45	1.95	3.91	6.26	9.00	10.95	13.44
cattle solid manure	0.12	0.17	0.24	0.29	0.38	0.86	1.27	1.67	1.92	2.34
pig slurry	0.37	0.52	0.74	0.87	1.16	2.67	3.64	5.18	6.34	7.71
poultry manure	0.40	0.55	0.79	0.91	1.13	2.92	4.03	5.25	6.13	7.64
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
total (weighted mean)	**11.2**	**13.5**	**14.8**	**14.8**						
cattle slurry	17.1	21.0	23.2	23.1						
cattle solid manure	2.9	3.7	4.1	4.1						
pig slurry	9.8	11.6	12.9	13.1						
poultry manure	9.3	10.5	11.0	10.7						

Table 3.12: Digestion of manures, percentages of gas tight storage of digestates from animal manures

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
gas tight	0.0	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1
not gas tight	100.0	99.1	98.2	97.3	96.4	95.5	94.6	93.7	92.8	91.9
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
gas tight	9.1	10.0	10.9	12.3	13.8	15.2	20.3	25.3	30.4	35.5
not gas tight	90.9	90.0	89.1	87.7	86.2	84.8	79.7	74.7	69.6	64.5
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
gas tight	40.6	45.6	57.0	57.0						
not gas tight	59.4	54.4	43.0	43.0						

3.4.4.2.2 *Data for CH_4 emission calculations / Daten für CH_4-Emissionsberechnung*

The calculation of CH_4 emissions from digestion of manure (including storage of digested slurry, see Chapter 3.3.4.4.1) requires the amounts of VS excreted per animal place and year (for cattle, pigs and poultry), the maximum methane producing capacity B_o, and the CH_4 density ρ_{CH4}. VS excretions are routinely calculated in the inventory (see Chapters 3.3.3.1, 4, 5, and 8). For the maximum methane producing capacity B_o see Chapter 4 and 5. According to IPCC (1996) the CH_4 density ρ_{CH4} is 0.67 kg m^{-3}.

Besides the relative share of manure that is digested and the frequencies of gas-tight storages (see Chapter 3.4.4.2.1), the calculation of CH_4 emissions requires the following additional data which will subsequently be discussed in more detail:

- Methane conversion factor of prestorage (MCF_{ps}),
- leakage rate of the digester (L_{prod}),
- relative potential of residual gas (μ_{rg}),
- leakage rate of the gas-tight storage ($L_{sto,gt}$),
- methane conversion factor of the non-gastight storage of the digestates (MCF_{ngts}).

No methane conversion factor (MCF) is available for pre-storage of slurry. The MCF has been derived as follows: Based on the data generated by the Biogas Measurements Programme II (BMPII, 2009), KTBL assumes that the size of pre-storage facilities corresponds to a seven-days production of slurry. As a rule, there is no

Zur Berechnung von CH_4-Emissionen aus der Vergärung von Wirtschaftsdünger einschließlich des Gärreste-Managements (siehe Kapitel 3.3.4.4.1) werden die pro Tierplatz und Jahr ausgeschiedene VS-Menge, die maximale CH_4-Bildungskapazität B_o sowie die CH_4-Dichte ρ_{CH4} benötigt. Die hier benötigten VS-Ausscheidungenvon Rindern, Schweinen und Geflügel werden routinemäßig berechnet (siehe Kapitel 3.3.3.1, 4, 5 und 8). Zu B_o siehe Kapitel 4 und 5. Die CH_4-Dichte ρ_{CH4} wird nach IPCC (1996) mit 0,67 kg m^{-3} angesetzt.

Neben dem Anteil des vergorenen Wirtschaftsdüngers und der Häufigkeit gasdichter Gärrestelager (siehe Kapitel 3.4.4.2.1), werden für Berechnung von CH_4-Emissionen zusätzlich folgende Eingangsgrößen benötigt, auf die im Anschluss näher eingegangen wird:

- Vorlager-Methanumwandlungsfaktor (MCF_{ps}).
- Leckagerate des Fermenters (L_{prod}),
- relatives Restgaspotential (μ_{rg}),
- Leckagerate des gasdichten Gärrestelagers ($L_{sto,\,gt}$),
- Methanumwandlungsfaktor des nicht gasdichten Gärrestelagers (MCF_{ngts}).

Für die Lagerung von Gülle in einer Vorgrube ist kein Methanumwandlungsfaktor (MCF) bekannt. Er wird wie folgt abgeleitet: Basierend auf Angaben aus dem Biogas-Messprogramm II (BMPII, 2009) geht KTBL davon aus, dass die Größe von Vorgruben etwa der Güllemenge von 7 Tagen entspricht. Es bildet sich i. d. R keine Schwimm-

natural crust. For farms with animal husbandry the slurry tanks must be able to hold a six-months production of slurry. This approximately corresponds to a mean duration of storage of 3 months. It is assumed that this mean duration is represented be the respective MCF used in the nventory. It is then assumed that slurry pre-storages are completely and exclusively filled with slurry. This assumption is conservative as it ignores that pre-storages also contain leachate from silage and rain water. These considerations lead to an estimate of the pre-storage MCF (MCF_{ps}) that is about 7 days / 90 days = 8 % of the MCF for untreated slurry without natural crust in an open tank. As this is a very simple approximation, the percentage is rounded to 10 % yielding the following pre-storage MCF: MCF_{ps} = 0.017 m^3 m^{-3} for cattle slurry and MCF_{ps} = 0.025 m^3 m^{-3} for pig slurry.

The pre-storage of cattle farmyard manure is dealt with by analogy. Hence, the standard MCF for cattle farmyard manure used in the inventory (see Chapter 4.2.1) leads to the pre-storage MCF MCF_{ps} = 0.002 m^3 m^{-3}. (Digestion of pig farmyard manure is not considered, see Chapter 3.3.4.4).

The procdure to estimate of MCF_{ps} for poultry manure is based on the procedure for slurry as well. IPCC (2006) provides an MCF for the storage of manure produced by laying hens, broilers, ducks and turkeys that is 0.015 m^3 m^{-3} for the climatic conditions in Germany. This results in an estimate of pre-storage MCF for poultry manure of MCF_{ps} = 0,0015 m^3 m^{-3}. This value is adopted for all poultry manure that is digested.

For the leakage rate of the digester (L_{prod}), KTBL (2014) proposes a general value of 1 %. This value is generally agreed upon and used in most calculations of the greenhouse gas balance of biogas production. Studies that used a L_{prod} = 1 % are e. g.: BACHMAIER and GRONAUER (2007), BÖRJESSON and BERGLUND (2008), GÄRTNER et al. (2008) and ROTH et al. (2011). At the time being, other (experimental) studies show a heterogeneous picture which no other value can be deduced from for the leakage rat

In practice, the potential of residual gas (B_o-$\upsilon_{CH4,\ prod}$, see Chapter 3.3.4.4.1) is not given as a share of the maximum methane producing capacity B_o, but as a share of the amount of gas usable for energy production. Hence, a new quantity v_{rg} can be defined which is closely related to μ_{rg}:

decke. Für tierhaltende Betriebe ist in Deutschland eine Mindestlagerkapazität für Gülle von 6 Monaten vorgeschrieben. Dies entspricht überschlägig einer mittleren Lagerdauer der Gülle von 3 Monaten, auf die sich der im Emissionsinventar angesetzte MCF bezieht. Es wird in konservativer Weise angenommen, dass Vorgruben auf Biogasanlagen immer vollständig und ausschließlich mit Gülle gefüllt sind (d. h. der Umstand, dass in der Vorgrube auch Silage-Sickerwässer und Regenwasser gespeichert werden, wird vernachlässigt). Daraus ergibt sich der Methanumwandlungsfaktor MCF_{ps} somit mit rund 7 Tage / 90 Tage = 8 % des MCF für die Lagerung unvergorener Gülle im offenen Tank. Wegen dieser einfachen Schätzmethodik wird der Prozentwert auf glatte 10 % gerundet, womit sich folgende Vorlager-MCF-Werte ergeben: MCF_{ps} = 0,017 m^3 m^{-3} für Rindergülle und MCF_{ps} = 0,025 m^3 m^{-3} für Schweinegülle.

Für die Vorlagerung von Rindermist wird analog vorgegangen. Damit resultiert aus dem im Inventar verwendeten MCF-Wert für Rindermisthaufen (siehe Kapitel 4.2.1) der Vorlager-MCF-Wert MCF_{ps} = 0,002 m^3 m^{-3}. (Die Vergärung von Schweinemist wird nicht berücksichtigt, siehe Kapitel 3.3.4.4.)

Die Schätzung von MCF_{ps} für Geflügelkot orientiert sich ebenfalls an der Vorgehensweise für Gülle. IPCC (2006) gibt für Legehennen, Masthähnchen, Enten und Puten für die Lagerung von Geflügelkot unter den klimatischen Bedingungen in Deutschland einen MCF von 0,015 m^3 m^{-3} an. Daraus resultiert für das Vorlager MCF_{ps} = 0,0015 m^3 m^{-3}. Dieser Wert wird für den gesamten zu vergärenden Geflügelkot übernommen.

Für die Leckagerate des Fermenters (L_{prod}) wird nach Vorgabe durch KTBL (2014) ein einheitlicher Wert von 1 % verwendet. Dies ist ein Konventionswert, der in den meisten Berechnungen zur Klimagasbilanz der Biogaserzeugung verwendet wird. Studien, die den 1%-Wert verwenden, sind z. B. BACHMAIER und GRONAUER (2007), BÖRJESSON und BERGLUND (2008), GÄRTNER et al. (2008) und ROTH et al. (2011). Andere (experimentelle) Studien geben derzeit kein einheitliches Bild ab, aus denen sich begründet ein anderer Wert ableiten lassen würde.

Das Restgaspotential B_o-$\upsilon_{CH4,\ prod}$ (siehe Kapitel 3.3.4.4.1) wird in der Praxis i. d. R. nicht als Anteil der maximal möglichen Methanausbeute B_o, sondern als Anteil der produzierten nutzbaren Gasmenge angegeben. Dementsprechend lässt sich eine zu μ_{rg} verwandte Größe v_{rg} definieren:

$$v_{rg} = \frac{B_o - \upsilon_{CH4,prod}}{\upsilon_{CH4,prod}} \qquad \textbf{(3.90)}$$

v_{rg}	relative potential of residual gas, related to $\upsilon_{CH4,\ prod}$
B_o	maximum methane producing capacity per kg of VS (in m^3 kg^{-1} CH_4)
$\upsilon_{CH4,\ prod}$	specific volume of methane produced in the digester (related to VS input) (in m^3 kg^{-1} CH_4)

The relation between μ_{rg} and v_{rg} is given as follows:

Der Zusammenhang zwischen μ_{rg} und v_{rg} ist dabei:

$$\mu_{rg} = \frac{v_{rg}}{1 + v_{rg}} \quad \textbf{(3.91)}$$

μ_{rg} relative potential of residual gas, related to B_o (with $0 \leq \mu_{rg} \leq 1$ m^3 m^{-3})
v_{rg} relative potential of residual gas, related to $\upsilon_{CH4, prod}$

Two different potentials of residual gas must be distinguished: The amount of residual gas generated at a digestion temperature of about 40°C (optimum fermentation conditions) and the amount of residual gas generated at about 20°C (practical fermentation conditions). For the IPCC concept the quantity μ_{rg} is needed at 40°C while in practice data of residual gas are obtained at 20°C. KTBL (2014) derives v_{rg} for 20 to 22°C (2 %) and transforms this value for a digestion temperature of 37°C, leading to v_{rg} = 4.8 %. Applying Equation (3.91) finally leads to μ_{rg} = 4.6 % at 37°C. This value was used in the inventory.

No data is available on the leakage rate of the storage, $L_{sto, gt}$. Hence it is assumed that is equal to the leakage rate of the digester, $L_{prod.}$

For the MCF of the non-gastight storage (MCF_{ngts}) the German inventory uses the MCF of an open cattle slurry tank with natural crust (0,1 m^3 m^{-3}). This estimate takes into account that usual co-fermentation of slurry, farmyard manure and energy plants produces generally leads to liquid digestates the viscosity of which resembles, due to the high share of dry matter originating from the energy plants, more the viscosity of cattle slurry than that of pig slurry and that forms a natural crust. (As there are no data available, the inventory does not consider the option to obtain solid digestates by separation of digestates.)

For the year 2013 in Submission 2015, Equation (3.78) in Chapter 3.3.4.4.1 led to an overall MCF of the combination „pre-storage/digester/storage of digestates“ for cattle between 2.6 % (cattle without dairy cows) and 2.8 % (dairy cows) of B_o; for pigs, on average, the MCF is about 3.7 % and for poultry, on average, it is ca. 1.3 % of B_o. These values are significantly lower for cattle and pigs than the respective MCF values for manure management without digestion (cattle without dairy cows 15.3 %, dairy cows 15.1 % and pigs 22.1 % of B_o). For poultry, the difference is much smaller (the MCF for manure management without digestion being 1.5 % of B_o). These MCF ratios are about the same for the other years since 1990, where, however, the increasing frequencies of gastight storage led to a certain decrease of the MCF values for digestion across the years (dairy cows and pigs 2013 about 6 % compared to 1990, other cattle short of 13 % and poultry ca. 15 %).

The ratios of MCF for manure management with digestion to MCF of manure management without digestion is always smaller than unity (somestimes significantly lower). This means that digestion of manure generally leads to a mitigation of CH_4 emissions from manure management.

Beim Restgaspotential sind zwei Definitionen zu unterscheiden: Die Restgasmenge, die bei ca. 40°C Gärtemperatur (optimale Gärbedingungen) erzeugt wird, und die bei ca. 20°C Gärtemperatur (praxisnahe Gärbedingungen) enstehende Restgasmenge. Das im IPCC-Konzept benötigte μ_{rg} ist der Wert bei ca. 40°C, während in der Praxis der Wert bei ca. 20°C erhoben wird. KTBL (2014) leitet v_{rg} für 20 bis 22°C mit 2,0 % ab und nimmt eine Umrechnung auf 37°C vor, die zu 4,8 % führt. Die Umrechnung mit Gleichung (3.91) liefert schließlich μ_{rg} = 4,6 % für 37°C. Dieser Wert kam im Inventar zur Anwendung.

Für die Lager-Leckagerate $L_{sto, gt}$ sind keine Daten verfügbar. Daher wird angenommen, dass sie gleich der Leckagerate des Fermenters (L_{prod}) ist.

Für den MCF der nicht gasdichten Lagerung (MCF_{ngts}) verwendet das Inventar den Wert für offene Rindergülle-Lagerung mit Schwimmdecke (0,1 m^3 m^{-3}). Damit wird berücksichtigt, dass die bei der praxisüblichen gemeinsamen Vergärung von Gülle, Mist und Energiepflanzen anfallenden Gärreste flüssig sind, und dass wegen der von den Energiepflanzen stammenden Trockensubstanz die Viskosität der flüssigen Gärreste eher der von Rindergülle als der von Schweinegülle ähnelt und dass sich eine Schwimmdecke ausbilden kann. (Mangels Daten wird eine Separierung zum Erhalt von festen Gärresten im Inventar nicht berücksichtigt.)

Aus Gleichung (3.78) in Kapitel 3.3.4.4.1 resultiert für die Submission 2015 im Jahr 2013 ein Gesamt-MCF der Kombination „Vorlager/Fermenter/Gärrestelager“ für Rinder zwischen 2,6 % (Rinder ohne Milchkühe) und 2,8 % (Milchkühe) von B_o; für Schweine insgesamt sind es rund 3,7 % und für Geflügel ca. 1,3 % von B_o. Diese Werte sind bei Rindern und Schweinen deutlich niedriger als die MCF-Werte aus dem Wirtschaftsdünger-Management ohne Vergärung (Rinder ohne Milchkühe 15,3 %, Milchkühe 15,1 % und Schweine 22,1 % von B_o). Beim Geflügel ist der Unterschied zum MCF ohne Vergärung (1,5 % von B_o) deutlich geringer. Diese MCF-Relationen gelten in etwa auch für die übrigen Jahre seit 1990, wobei die zunehmende Verbreitung gasdichter Lagerung zu einer gewissen Abnahme der MCF-Werte für Vergärung über die Jahre geführt hat (Milchkühe und Schweine 2013 rund 6 % gegenüber 1990, übrige Rinder knapp 13 % und Geflügel ca. 15 %).

Aus dem Verhältnis der MCF-Werte für Vergärung zu den MCF-Werten ohne Vergärung, das immer und z. T. deutlich kleiner als 1 ist, ergibt sich, dass Vergärung von Wirtschaftsdünger generell zu einer Minderung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management führt.

3.4.4.2.3 *Data for the calculation of N_2O, NO and N_2 / Daten für die Berechnung von N_2O, NO and N_2*

For the pre-storage of slurry it is assumed that emissions of N_2O, NO and N_2 can be neglected, see Chapter 3.3.4.4.2. For the pre-storage of farmyard manure and poultry manure it is assumed that, by analogy to CH4 (see Chapter 3.4.4.2.2), the emission factor for N_2O-N is about 1/10 of the default emission factor.

The default emission factor for N_2O-N emissions from cattle and pig manure management is 0.01 kg kg^{-1} (IPCC (2006)-10.62), leading to a N_2O-N emission factor of 0.001 kg kg^{-1} for pre-storage of farmyard manure.

For poultry manure, IPCC (2006)-10.63 provides a default N_2O-N emission factor of 0.001 kg kg^{-1}, leading to a N_2O-N emission factor of 0.0001 kg kg^{-1} for pre-storage.

No methodology is available for the calculation of emissions of NO and N_2 from the digestion of manure. Hence, these emissons are calculated proportionally to the N_2O emissions as it is described in Chapter 3.3.4.3.5 (tier 3 methodology) for manure management.

The emission factor of gastight storage of digestates is zero (see Chapter 3.3.4.4.2).

The emission factor of open storage of digestates with natural crust shall be derived by a KTBL working group. As the result is not yet available, the emission factor for untreated cattle slurry with natural crust is used (0.005 kg kg_{-1}, see Chapters 4.2.3 and 5.2.3).

Table 3.13 shows the time series of the resulting overall N_2O-N emission factor for digestion of manure (slurry plus farmyard manure plus poultry manure) compared to the mean N_2O-N emission factors oft he three other categories of manure management „slurry based (without digestion)“, „straw based (without deep bedding and without digestion)“, „deep bedding (without digestion)“. For each of the four manure management categories these emission factors are defined as the ratio of the total N2O-N emissions of all animals in the respective management category to the total of N excretions in the respective management category. Note that for straw based systems the N2O-N emissions **comprise emissions originating from straw N inputs**. This is the reason that in Table 3.13 the emission factor for deep bedding is higher than the value of 0.01 kg kg^{-1} provided in Chapters 4.2.3 and 5.2.3. The same holds in principle for „straw based systems (without deep bedding and without digestion)“, even if it is not discernible as the values in Table 3.13 comprise the low poultry emission factor of 0.001 kg kg^{-1} (see Chapter 8.2).

The emission factors are not constant with time as they are influenced by variable conditions. These are – except for the category of deep bedding – the varying shares of the different management subsystems and, for digestion, the frequencies of gastight storage that increased across the years. The latter is the reason that, as

Bei der Vorlagerung von Gülle wird davon ausgegangen, dass N_2O-, NO- und N_2-Emissionen vernachlässigbar sind, siehe Kapitel 3.3.4.4.2. Bei der Vorlagerung von Mist und Geflügelkot wird in Analogie zu CH_4 (siehe Kapitel 3.4.4.2.2) auch für N_2O-N ein auf 1/10 des Standard-Emissionsfaktors verringerter Emissionsfaktors angesetzt.

Der Standard-Emissionsfaktor für N_2O-N aus dem Wirtschaftsdünger-Management bei Rindern und Schweinen ist nach IPCC (2006)-10.62 0,01 kg kg^{-1}, woraus für das Mist-Vorlager ein N_2O-N-Emissionsfaktor von 0,001 kg kg^{-1} resultiert.

Für Geflügelkot gibt IPCC (2006)-10.63 einen Standard-Emissionsfaktor für N_2O-N von 0,001 kg kg^{-1} an, woraus sich für das Vorlager die Annahme von 0,0001 kg kg^{-1} ergibt.

Für die Berechnung der NO- und N_2-Emissionen im Zusammenhang mit der Vergärung von Wirtschaftsdünger ist keine Methodik bekannt. Daher werden diese Emissionen wie im Bereich Wirtschaftsdünger-Management üblich (siehe Kapitel 3.3.4.3.5, Stufe-3-Verfahren) proportional zu N_2O berechnet.

Für die gasdichte Gärrestelagerung wird der Emissionsfaktor für N_2O null gesetzt, siehe Kapitel 3.3.4.4.2.

Der Emissionsfaktor für die offene Lagerung mit Schwimmdecke wird durch eine KTBL-Arbeitsgruppe abgeleitet. Bis das Ergebnis vorliegt, wird der Emissionsfaktor für die Lagerung von unvergorener Rindergülle mit Schwimmdecke verwendet (0,005 kg kg-1, siehe Kapitel 4.2.3 und 5.2.3).

Table 3.13 zeigt die Zeitreihe des resultierenden effektiven N_2O-N-Emissionsfaktors für Vergärung von Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist und Geflügelkot insgesamt) im Vergleich mit den mittleren N_2O-N-Emissionsfaktoren für die drei anderen Wirtschaftsdünger-Managementkategorien „güllebasiert (ohne Vergärung)“, „strohbasiert (ohne Tiefstreu und ohne Vergärung)“, „Tiefstreu (ohne Vergärung)“. Diese Emissionsfaktoren sind für alle vier Managementkategorien definiert als das Verhältnis der gesamten N_2O-N-Emissionen aller Tiere aus der jeweiligen Kategorie zur Summe aller tierischen N-Ausscheidungen in dieser Kategorie. Dabei umfassen die Gesamt-N_2O-Emissionen bei Systemen mit Einstreu **auch Anteile, die auf Einstreu-N zurückgehen**. Aus diesem Grund ist in Table 3.13 der Emissionsfaktor für Tiefstreu höher als der in Kapitel 4.2.3 und 5.2.3 angegebene Wert von 0,01 kg kg^{-1}. Gleiches gilt prinzipiell auch für „strohbasierte Systeme (ohne Tiefstreu und Vergärung)“, wobei dies nicht auffällt, weil auch der niedrige Geflügel-Emissionsfaktor von 0,001 kg kg^{-1} (siehe Kapitel 8.2) eingeht.)

Die Emissionsfaktoren sind zeitlich nicht konstant, da sie von variablen Bedingungen beeinflusst werden. Dies sind – mit Ausnahme der Tiefstreu-Kategorie - die unterschiedlichen relativen Anteile der verschiedenen Untersysteme sowie bei der Vergärung die mit den Jahren zunehmende Verbreitung gasdichter Gärrestelagerung.

of 2008/2009, the emission factor for digestion of manure is lower than the otherwise lowest emission factor (slurry based systems). In 2008/2009 gastight storage of digestates had a share of about one third (see Chapter 3.4.4.2.1). Until 2012/2013 this share increased up to significantly more than 50 %, reducing the emission factor by about one third in comparison to 2008/2009. It becomes evident that gastight storage of digestates is an essential prerequisite for the mitigation of N_2O emissions from manure management by means of digestion of manure.

Note that for poultry manure digestion generally leads to increased N_2O emissions due to the comparably low IPCC default emission factor of 0.001 kg kg^{-1}, see Chapter 8.2).

Letztere bewirkt, dass der Emissionsfaktor für Wirtschaftsdünger-Vergärung ab 2008/2009 niedriger ausfällt als der ansonsten niedrigste Emissionsfaktor (gülle-basierte Systeme). Zu diesem Zeitpunkt erreichte die gasdichte Gärrestelagerung einen Anteil von rund einem Drittel (siehe Kapitel 3.4.4.2.1). Bis 2012/2013 stieg der Anteil der gasdichten Lagerung auf deutlich mehr als 50 % an, was den Emissionsfaktor gegenüber 2008/2009 um fast ein Drittel reduzierte. Die gasdichte Gärrestelagerung ist damit eine wesentliche Voraussetzung zur Minderung von N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management durch Vergärung.

Anzumerken ist, dass bei Geflügelkot wegen des geringen IPCC-Defaultwertes für den N_2O-N-Emissionsfaktor (0,001 kg kg^{-1}, siehe Kapitel 8.2) die Vergärung durchgängig zu erhöhten N_2O-Emissionen führt.

Table 3.13: Digestion of manure, comparison of mean N_2O-N emission factors for the four different manure management categories in the German inventory (related to N excretions without straw N)

(in kg kg^{-1})	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
slurry based [a]	0.00328	0.00343	0.00342	0.00343	0.00383	0.00382	0.00382	0.00380	0.00378	0.00378
straw based [b]	0.01055	0.01022	0.01020	0.01022	0.00937	0.00940	0.00943	0.00930	0.00904	0.00904
deep bedding [a]	0.01173	0.01155	0.01152	0.01153	0.01136	0.01138	0.01139	0.01134	0.01129	0.01128
digestion of manure	0.00549	0.00543	0.00538	0.00534	0.00515	0.00511	0.00507	0.00502	0.00495	0.00491
(in kg kg^{-1})	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
slurry based [a]	0.00382	0.00382	0.00382	0.00382	0.00386	0.00385	0.00382	0.00382	0.00379	0.00378
straw based [b]	0.00889	0.00891	0.00888	0.00863	0.00846	0.00856	0.00864	0.00862	0.00872	0.00876
deep bedding [a]	0.01131	0.01133	0.01130	0.01129	0.01127	0.01125	0.01124	0.01124	0.01124	0.01122
digestion of manure	0.00487	0.00483	0.00479	0.00471	0.00464	0.00457	0.00432	0.00407	0.00382	0.00357
(in kg kg^{-1})	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**						
slurry based [a]	0.00381	0.00372	0.00360	0.00353						
straw based [b]	0.00869	0.00860	0.00862	0.00863						
deep bedding [a]	0.01119	0.01115	0.01114	0.01115						
digestion of manure	0.00332	0.00306	0.00248	0.00248						

[a] without digestion
[b] without deep bedding and digestion

As for the pre-storage the emission factors of NO and N2 are assumed to be proportional to the N2O emission factor (see above).

N_2O emissions from agricultural soils due to the spreading of digested slurry are dealt with in the context of the calculation of N_2O emissions from agricultural soils due to the spreading of untreated slurry, see Chapter 11.2.

Wie beim Vorlager werden die Emissionsfaktoren für NO und N_2 proportional zum Emissionsfaktor von N_2O angesetzt (siehe oben).

Bodenbürtige N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Gärresten werden im Zusammenhang mit der Berechnung von N_2O aus landwirtschafltlichen Böden nach der Ausbringung von Wirtschaftsdünger behandelt, siehe Kapitel 11.2.

3.4.4.2.4 *Data for the calculation of NH_3 / Daten für die Berechnung von NH_3*

For the pre-storage of slurry it is assumed that emissions of NH_3 can be neglected, see Chapter 3.3.4.4.3. For the pre-storage of cattle farmyard manure and poultry manure it is assumed that, by analogy to CH_4 (see Chapter 3.4.4.2.2), the emission factor is about 1/10 of the emission factor for the normal storage. According to EMEP (2013)-3B-27, the emission factors for the normal storage (related to TAN) are 0.27 kg kg^{-1} for cattle farmyard manure and a range between 0.14 kg kg^{-1} and 0.24 kg kg^{-1} for poultry manure of the different poultry categories. Averaging over all poultry categories (weighted mean taking into account category-specific N excretions and animal numbers) yields an effective emission factor of 0.16 kg kg^{-1} for 1990 and 0.17 kg kg^{-1}

Bei der Vorlagerung von Gülle wird davon ausgegangen, dass NH_3-Emissionen vernachlässigbar sind, siehe Kapitel 3.3.4.4.3. Bei der Vorlagerung von Rindermist und Geflügelkot wird in Analogie zur CH_4-Emission (see Chapter 3.4.4.2.2) ein Emissionsfaktor angesetzt, der 1/10 des Wertes für das normale Lager beträgt. Für dieses werden nach EMEP (2013)-3B-27 die folgenden Emissionsfaktoren für NH_3-N (bezogen auf TAN bzw. UAN) verwendet: 0,27 kg kg^{-1} für Rindermist sowie ein Bereich von 0,14 kg kg^{-1} bis 0,24 kg kg^{-1} für Geflügelkot der unterschiedlichen Geflügelkategorien. Für Geflügel ergibt sich dabei im Mittel (gewichtet mit den jeweiligen N-Ausscheidungen und Tierzahlen) ein Wert von 0,16 kg kg^{-1} für 1990 und 0,17 kg kg^{-1} für 2013. Der höhe-

for 2013. The higher value of 2013 is adopted as a basis for the derivation of the pre-storage emission factor for poultry manure. Table 3.14 shows the resulting pre-storage NH_3-N emission factors for cattle and poultry.

re Wert von 2013 wird der Ermittlung des für Geflügel insgesamt repräsentativen NH_3-N Emissionsfaktors für die Vorgrube zugrunde gelegt. Table 3.14 zeigt die für Rinder und Geflügel resultierenden NH_3-N-Emissionsfaktoren der Vorgrube.

Table 3.14: Digestion of manure, NH_3-N emission factors for pre-storage

	EF_{NH3-N} (in kg kg^{-1})	related to
cattle	0.027	TAN
poultry	0.017	UAN

In the digester the amount of TAN increases due to mineralization of organic nitrogen. Due to lack of adequate data it is not possible to model this increase. Hence, the TAN correction factor g_{TAN} (see Chapter Kapitel 3.3.4.4.3) had to be estimated in another way. The bulletin "Eigenschaften von Biogasgülle" („Properties of biogas slurry")(THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2012), describes the monitoring results of 125 biogas plants in Thuringia. This bulletin (pg. 6) reports relative TAN contents of 40 to 50 % at the beginning of the digestion and 55 to 70 % at the end. This is, on average, equivalent to an increase of relative TAN content from 45 % to 62.5 % or by about 39 %. At the same time the share of organic nitrogen decrease from 55 % to 37.5 %. This means that about 32 % of the original organic nitrogen is converted to TAN, i. e. g_{TAN} = 0.32 kg kg^{-1}.

Im Fermenter steigt der TAN-Gehalt durch Mineralisierung organischen Stickstoffs an. Eine Modellierung dieses Anstiegs ist aufgrund der wenigen verfügbaren Daten nicht möglich. Daher muss der TAN-Korrekturfaktor g_{TAN} (siehe Kapitel 3.3.4.4.3) geschätzt werden. Nach dem Merkblatt "Eigenschaften von Biogasgülle" (THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2012, Seite 6), steigt – basierend auf einem Monitoring in 125 Thüringer Biogasanlagen - der relative TAN-Gehalt bei gleichbleibender Gesamt-N-Menge von 40 bis 50 % während der Vergärung auf 55 bis 70 %. Das entspricht einer Erhöhung des relativen TAN-Gehaltes von im Mittel 45 % auf 62,5 % oder um rund 39 %. Der Gehalt an organischem Stickstoff sinkt damit von 55 % auf 37,5 %. Das bedeutet, dass rund 32 % des ursprünglich vorhandenen organischen Stickstoffs zu TAN mineralisiert werden, d. h. g_{TAN} = 0,32 kg kg^{-1}.

The NH_3 emission factor for gastight storage of digestates is zero. The emission factor of open storage and spreading of digestates shall be derived by a KTBL working group. As the results are not yet available, the emission factors for untreated cattle slurry are used (because of a relatively high content of dry matter due to co-fermentation with energy plants). This means an NH_3-N emission factor of 0.045 kg kg^{-1} (cattle slurry with natural crust, see Chapter Kapitel 4.2.4). This emission factor is related to TAN.

Für das gasdichte Gärrestelager ist der NH3-Emissionsfaktor null. Die NH_3-Emissionsfaktoren für nicht gasdichte Lagerung und Ausbringung von Gärresten werden derzeit von einer KTBL-Arbeitsgruppe erarbeitet. Bis die Ergebnisse vorliegen, werden wegen des relativ hohen Trockensubstanzgehaltes der Gärreste (aufgrund der Mitvergärung von Energiepflanzen) die Emissionsfaktoren für unvergorene Rindergülle verwendet. Für die Lagerung der Gärreste folgt daraus ein auf TAN bezogener NH_3-N-Emissionsfaktor von 0,045 kg kg^{-1} (Rindergülle mit Schwimmdecke, siehe Kapitel 4.2.4).

Spreading of digested manure is calculated separately from spreading of untreated manure, as the frequencies of the various different spreading techniques and durations of incorporation are different for both manure categories. The frequencies of the various spreading types for digested manure were surveyed in 2010 by the Federal Statistical Agency within the framework of the official census on spreading of animal manures (see Chapter 3.4.3.2.6). No information is available for the years before 2010. Hence, the 2010 frequencies were adopted for the inventory calculations in all years since 1990. Emission factors of untreated cattle slurry are used as provisional emission factors.

Bei der Ausbringung hängen die Emissionsfaktoren von Ausbringungstechnik und Einarbeitungsdauer ab. Die Gärreste-Ausbringung wird im Inventar getrennt von der Ausbringung unbehandelten Wirtschaftsdüngers berechnet, da sich die Häufigkeiten der Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten unterscheiden. Die Häufigkeiten für die verschiedenen Varianten der Gärrestausbringung wurden für 2010 vom Statistischen Bundesamt im Rahmen der Erhebung zur Wirtschaftsdüngerausbringung (siehe Kapitel 3.4.3.2.6) ermittelt. Mangels Daten wurden die Häufigkeiten von 2010 für die gesamte Zeitreihe ab 1990 übernommen. Es werden vorläufig die Emissionsfaktoren für unbehandelte Rindergülle (siehe Kapitel 4.2.4) verwendet.

With these specifications, digestion of animal manures has different impact on NH_3 emissions from the various animal categories. For cattle, gastight storage of digested manure leads to a decrease of total NH_3 emissions in comparison to manure management without

Mit diesen Vorgaben hat die Vergärung von Wirtschaftsdünger bei den verschiedenen Tierkategorien unterschiedliche Auswirkungen auf die NH_3-Emissionen. So ergibt sich bei den Rindern durch die gasdichte Gärrestelagerung eine Minderung der gesamten NH_3-

digestion. However, this effect is partly compensated by increased emissions during spreading due to the higher TAN content.

For pigs, digestion of manure generally leads to higher NH_3 emissions than are calculated for the situation without digestion. This is due to the fact that, because of co-fermentation with energy plants, the digestates of pig slurry are more similar to untreated cattle slurry than to untreated pig slurry. Hence the emission factors for spreading of digested pig slurry are significantly higher than those for spreading of untreated pig slurry. This effect is intensified by the increased TAN content of the digestates.

For poultry, digestion of manure generally leads to a reduction of NH_3 emissions in comparison to manure management without digestion. In parts this is due to gastight storage of digestates, but it is also a consequence of the fact that digestates are spread differently from undigested manure: spreading techniques and incorporation times are less NH_3 emitting for spreading of digestates than for untreated poultry manure.

For the time series of the overall effect of manure digestion on NH_3 emissions see Chapter 2.2.

Emissionen gegenüber dem herkömmlichen Wirtschaftsdünger-Management, die aber wegen des höheren TAN-Gehaltes durch gesteigerte Emissionen bei der Gärresteausbringung teilweise kompensiert werden.

Bei den Schweinen ergibt sich bei Vergärung generell eine Zunahme der NH_3-Emissionen im Vergleich zur Situation ohne Vergärung. Dies liegt daran, dass durch die angenommene Mitvergärung von Energiepflanzen die Gärreste eher einer unbehandelten Rindergülle entsprechen als einer unbehandelten Schweinegülle. Dementsprechend hoch sind die NH_3-Emissionsfaktoren für die Ausbringung im Vergleich zu unvergorener Schweinegülle. Verstärkt wird dieser NH_3-Anstieg noch durch den erhöhten TAN-Gehalt in den Gärresten.

Bei Geflügel ergibt sich generell eine Minderung der NH_3-Emissionen im Zusammenhang mit der Vergärung des Wirtschaftsdüngers. Dies liegt an der gasdichten Lagerung und daran, dass nach den für die Emissionsberechnungen verwendeten Daten zu Ausbringungstechniken und Einarbeitszeiten die Ausbringung der Gärreste emissionsärmer erfolgt als die Ausbringung des unvergorenen Geflügelmists.

Für die Zeitreihe der Gesamtauswirkung der Vergärung auf die NH_3-Emissionen siehe Kapitel 2.2.

3.4.4.3 *Digestion of energy plants / Vergärung von Energiepflanzen*

In terms of emission reporting, the anaerobic digestion of energy plants (including the spreading of the digestates) represents a separate source of emissions even if, due to the usual co-fermentation with animal manures, the basic data pool is the same like for the digestion of animal manures (see Chapter 3.4.4.1). The methodology for and the emissions from anaerobic digestion of energy plants are described in Chapter 0.

Die Vergärung von Energiepflanzen (incl. Ausbringung der Gärreste) ist für die Emissionsberichterstattung eine eigenständige Quelle, auch wenn die Datengrundlage wegen der in der Praxis vorherrschenden Ko-Fermentierung mit Wirtschaftsdünger für beide Substratkategorien gleich ist (siehe Kapitel 3.4.4.1). Methodik und Emissionsergebnisse für die Vergärung von Energiepflanzen werden in Kapitel 0 beschrieben.

3.4.5 Other activity data in animal husbandry / Andere Aktivitätsdaten in der Tierhaltung

In the following activity data of animal husbandry are described which are of concern for more than one single animal category. For category-specific activity data, e. g. milk yield or the number of eggs produced, see the respective animal chapters.

Im Folgenden werden Aktivitätsdaten für die Tierhaltung beschrieben, die für mehr als eine Tierkategorie von Bedeutung sind. Für tierkategorie-spezifische Aktivitätsdaten wie z. B. die Milchleistung oder die Anzahl produzierter Eier wird auf die entsprechenden Tierkapitel verwiesen.

3.4.5.1 *Use of protein in pig feeding / Proteineinsatz in der Schweinefütterung*

In combination with the inquiry on pig animal numbers on 3 November 2011, the Federal Statistical Office made an survey on the use of protein in pig fattening between November 2011 and October 2012 (about 11000 farms)[16]. The aim of this protein-use inquiry was to improve the data base for the emission inventory.

The questionnaire queried feed protein contents of for the first and the last phase in phase feeding of fattening pigs; for possible phases in between no protein

Im Zusammenhang mit der Erhebung über die Schweinebestände am 3. November 2011 führte das Statistische Bundesamt eine Befragung über den Einsatz von Protein in der Schweinemast im Zeitraum November 2010 bis Oktober 2011 durch (ca. 11000 Betriebe)[16]. Diese Erhebung hatte das Ziel, die Datengrundlage für das Emissionsinventar zu verbessern.

Es wurden für Mastschweine die Proteingehalte des Futters für die erste und die letzte Fütterungsphase abgefragt; für etwaige dazwischenliegende Phasen wur-

[16] https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/Produktionsmethoden/Produktionsmethoden.html

data were collected. The questionnaire also queried on the national level and on the level of the federal states the percentages of the various feeding concepts (single-phase, dual-phase, multi-phase feeding).

Based on these data an improved model concept has been developed to account for the reduction of feed N input in fattener feeding. For this new model concept and the underlying data of the survey see Chapter 5.5.3. The new model replaces the concept used before, which was based on the distribution of the BImSchG (Federal Immission Control Act) farms and their animal numbers (Rösemann et al., 2013).

The modelling of N-reduced feeding with sows which has been applied in the inventory until Submission 2013 (incl.) is not used any longer, see Chapter 5.3.3. The feeding of weaners and boars, however, is the same as for Submission 2013.

den keine Daten erhoben. Außerdem wurde erhoben, mit welchen prozentualen Anteilen die verschiedenen Fütterungsvarianten (einphasig, zweiphasig, drei- und mehrphasig) in den Bundesländern und auf nationaler Ebene zum Einsatz kommen.

Mit Hilfe dieser Daten wurde für das Inventar ein verbessertes Modellkonzept („N-angepasste Fütterung") für die Mastschweinefütterung entwickelt. Zum neuen Modellkonzept und den zugrunde liegenden Erhebungsergebnissen siehe Kapitel 5.5.3. Das neue Modell löst das bisherige Konzept einer N-reduzierten Fütterung ab, die auf der Verteilung der BImSchG-Betriebe und der zugehörigen Tierzahl beruhte (Rösemann et al., 2013).

Die bis Submission 2013 einschließlich auch bei Sauen angewendete N-reduzierte Fütterung entfällt, siehe Kapitel 5.3.3. Die Fütterung von Aufzuchtferkeln und Ebern bleibt gegenüber der Submission 2013 unverändert.

3.4.5.2 *Air scrubber systems in pig husbandry / Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung*

Optionally, the inventory can take into account a mitigation of emissions of NH_3 and particulate matter from housing by air scrubbing, see Chapters 3.3.4.3.3 und 3.3.4.3.5.

In 2011 and 2013, KTBL made inquiries on the distribution of air scrubbing facilities in pig production (sows, weaners and fattening pigs) on district level and federal state level. These inquiries resulted in numbers of animal places equipped with air scrubbers in 2010 and 2012 (separate data for sows, weaners and fattening pigs).

Relating those absolute numbers to the animal places existing in 2010 und 2012 yielded the percentages of animal places equipped with air scrubbers on federal state level.

It was assumed that all houses equipped with scrubbers were operated as slurry based systems. The percentage of animal places equipped was assumed to be zero for 2004 and the years back to 1990. The data gaps between 2004 and 2010 and 2010 and 2012 were closed by linear interpolation. Due to lack of new data the frequencies obtained for 2012 were used also for for 2013.

Based on the KTBL survey data, the NH_3 removal efficiency of air scrubbing systems is, on average, about 80 %. For sake of simplicity this mean value was used for all air scrubbing systems. For TSP and PM_{10} the dust removal rates were assumed to be 90 %, for $PM_{2.5}$ 70 %.

In 2012 about 3.9 % of the German fattening pig places were equipped with air srubbers, for sows and weaners the percentage is 3.8 % and 5.0 %, respectively.

Das Inventar kann die die Filterwirkung von Abluftreinigungsanlagen bzgl. NH_3 und Partikel aus der Schweinehaltung berücksichtigen, siehe Kapitel 3.3.4.3.3 und 3.3.4.3.5.

Durch KTBL wurde 2011 und 2013 die Verbreitung von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung auf Kreis- und Landesebene erhoben. Diese Erhebungen erbrachten die mit Abluftreinungsanlagen ausgestatteten Tierplätze in den Jahren 2010 und 2012 (getrennt für Sauen, Aufzuchtferkel und Mastschweine).

Diese absoluten Zahlen wurden in Relation zu den für 2010 und 2012 vorhandenen Tierplätzen gesetzt und pro Bundesland der prozentuale Anteil der mit Abluftanlagen ausgestatteten Tierplätze berechnet.

Es wurde angenommen, dass nur güllebasierte Haltungssysteme mit Abluftreinigungsanlagen ausgestattet sind. Der prozentuale Anteil an ausgerüsteten Tierplätzen wird für die Jahre bis 2004 einschließlich mit Null angenommen. Die Lücken zwischen 2004 und 2010 und 2010 und 2012 wurden durch lineare Interpolation geschlossen. Die prozentuale Anteile von 2012 wurden mangels neuer Daten für 2013 beibehalten.

Die aus den KTBL-Erhebungen ableitbare NH_3-Reinigungseffizienz beträgt im Mittel etwa 80 %. Zur Vereinfachung wurde dieser Wert einheitlich für alle Abluftreinigungsanlagen verwendet. Für TSP und PM_{10} werden 90 % angenommen, für $PM_{2,5}$ 70 %.

Im Jahr 2012 waren rund 3,9 % aller Mastschweine-Plätze in Deutschland mit einer Abluftreinungsanlage ausgestattet, während dieser Anteil für Sauen und Aufzuchtferkel bei 3,8 % bzw. 5,0 % lag.

3.4.6 Air temperature / Lufttemperatur

Other than earlier versions, the version of the inventory model GAS-EM used for Submission 2015 does not depend on temperatures. While IPCC (2006) provides MCF for slurry depending on annual meal temperature, the national MCF values are temperature-independent, see Chapters 4.2.1 and 5.2.1. In addition, the new NH_3

Das Inventarmodell GAS-EM weist ab der Version für Submission 2015 keinerlei Abhängigkeit von der Lufttemperatur mehr auf: Im Gegensatz zu IPCC (2006) sind die nationalen MCF-Werte für slurry unabhängig von der Jahresmitteltemperatur (siehe Kapitel 4.2.1 und 5.2.1). Überdies sind die von EMEP (2013) bereitgestellten NH^3-

emission factors for synthetic fertilizers provided by EMEP (2013) are independent of spring temperature, see Chapter 11.1.2.1.)

Emissionsfaktoren für Mineraldünger unabhängig von der Frühlingstemperatur (siehe Kapitel 11.1.2.1).

3.4.7 Data gaps and uncertainties / Datenlücken und Unsicherheiten

Procedures for data gap closure are described in specific subchapters from Chapter 4.3 onwards.

The description of the uncertainties of the emission calculations in the respective sub-chapters as of Chapter 4 is based on the following guidance documents: IPCC (2006), Chapter 3; EMEP (2013), Part A, Chapter 5; „Anleitung zur Durchführung eines Expert Judgement (Expertenschätzung) zur Unsicherheitsbestimmung“ („Guidance for expert judgements”) by Umweltbundesamt (Qualitätssicherungs-System Emissionen, unpublished typescript).

For total uncrtainties of the German agricultural GHG and NH_3 emission inventories see Chapter 14.

Die Behandlung von Datenlücken wird ab Kapitel 4.3 in den entsprechenden Unterkapiteln beschrieben.

Die Beschreibung der Unsicherheiten der Emissionsberechnungen in den entsprechenden Unterkapiteln ab Kapitel 4 orientiert sich an IPCC (2006), Kapitel 3, und EMEP (2013), Part A, Kapitel 5, sowie an der „Anleitung zur Durchführung eines Expert Judgement (Expertenschätzung) zur Unsicherheitsbestimmung“ (Umweltbundesamt, Qualitätssicherungs-System Emissionen, unveröffentlichtes Typskript).

Auf die Gesamtunsicherheiten (Emissionshöhe und Trend) des THG-Inventars und des Ammoniak-Inventars der deutschen Landwirtschaft geht Kapitel 14 ein.

3.5 Quality management / Qualitätsmanagement

In the following the various modules of the quality management for the inventory preparation are described.

Im Folgenden werden die verschiedenen „Bausteine“ des Qualitätsmanagements für die Erstellung des Emissionsinventars beschrieben.

3.5.1 Qualitätsmanagement der Emissionsinventarerstellung am Thünen-Institut

For the inventory preparation the UNFCCC Reporting Guidelines require the implementation of a system of quality control and assurance (QC/QA). The National Coordination Agency (NaKo) within the Federal Environment Agency (UBA) has established the Quality System for Emissions Inventories (QSE) to comply with the requirements of UNFCCC and IPCC with respect to quality management. The guidebook of the quality system (QSE guidebook) specifies the international requirements for the National System of Emissions Inventories (NaSE) in Germany. It describes a concept complying with the standards of inventory preparation.

The Thünen Institute as participant of the NaSE (even though external to the NaKo) is required to establish its own quality management for the inventory preparation satisfying the requirements of the QSE (BMELV, 2012). The document „Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5“ (vTI, 2012) describes the implementation of the standards of the QSE and its endorsement by detailed supplemental rules.

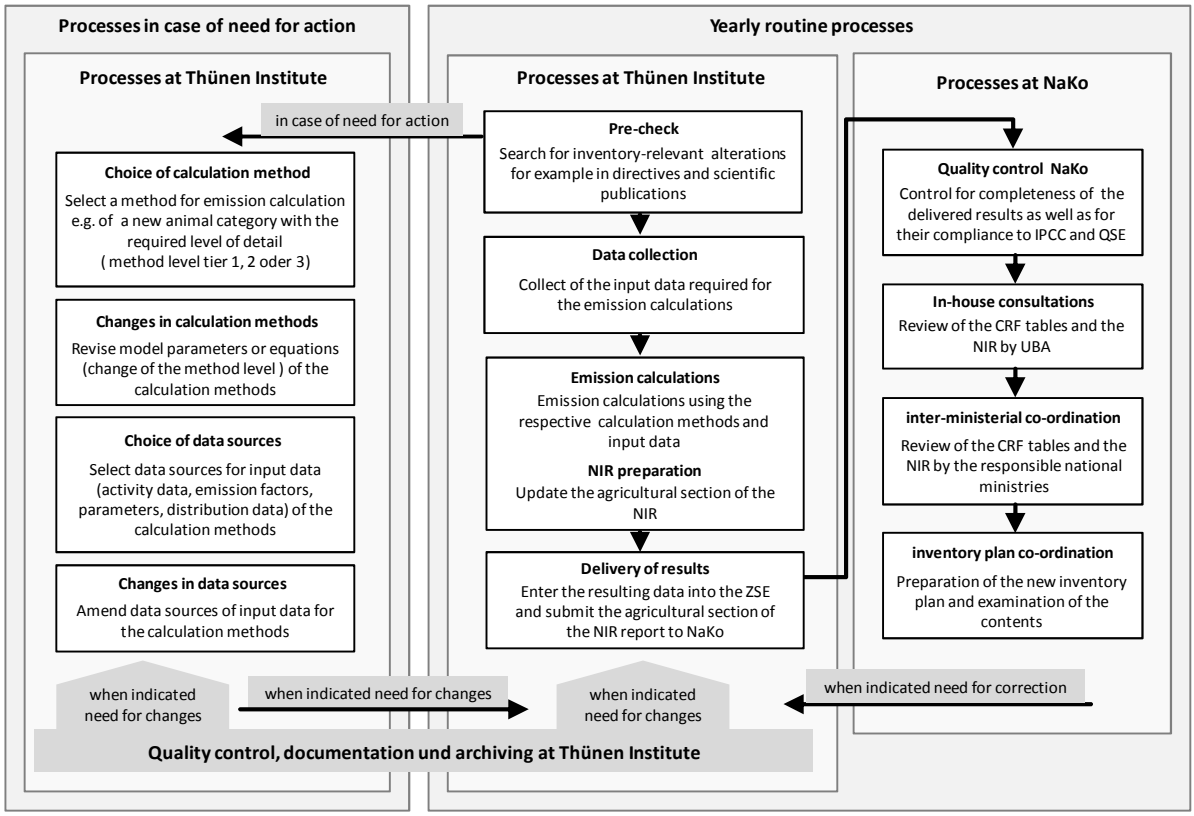
Processes and quality control/assurance of the emission inventory preparation at Thünen Institute is displayed in Figure 3.6. For more details see Chapters 3.5.1.1 to 3.5.1.4.

Die UNFCCC Reporting Guidelines fordern bei der Erstellung von Emissionsinventaren die Implementierung einer Qualitätskontrolle und –sicherung (QK/QS). Die Nationale Koordinierungsstelle (NaKo) des Umweltbundesamtes (UBA) hat das Qualitäts-System Emissionsinventare (QSE) zur Umsetzung der Anforderungen der UNFCCC und des IPCC an das Qualitätsmanagement eingerichtet. Das Handbuch des Qualitäts-Systems (QSE-Handbuch) spezifiziert die internationalen Anforderungen für das Nationale System Emissionsinventare (NaSE) in Deutschland. Es beschreibt das Konzept für einen regelkonformen Prozess der Erstellung von Emissionsinventaren.

Das Thünen-Institut als Teilnehmer des NaSE außerhalb der NaKo ist verpflichtet ein eigenes Qualitätsmanagement für die Emissionsinventarerstellung zu etablieren, das den Anforderungen des QSE gerecht wird (BMELV, 2012). Im Dokument „Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5“ (vTI, 2012) steht beschrieben, wie die Anforderungen des QSE umgesetzt und durch weiter gehende detaillierte Regelungen ergänzt werden.

Der Ablauf einer Emissionsinventarerstellung und deren Qualitätskontrolle/-sicherung ist in Figure 3.6 dargestellt. Nähere Informationen sind in Kapitel 3.5.1.1 bis 3.5.1.4 zu finden.

Figure 3.6: Processes and quality control/assurance of the emission inventory preparation at Thünen Institute



3.5.1.1 *Qualitätskontrolle am Thünen-Institut*

The quality control of the inventory preparation is based on several work steps subdivided in distinct tasks described in the document „Ausführungsbestimmung…“ (vTI, 2012), see Figure 3.6. Particularly relevant are tasks like comparisons and checks by specific calculations. The results of these tasks have to satisfy specific criteria of the achievement of objectives.

In this process the emission results calculated with the inventory model GAS-EM cannot be compared to other German emission results as such data sets are not available. Instead, for the relevant emission sources, international intercomparisons are made as far as possible for the effective or implied emission factors (IEF) as well as the emission governing inout data. These intercomparisons also include the IPCC default values of the respective quantities. They are presented in the document at hand in the specific sub-chapters from Chapter 4 on.

For the various tasks relevant for the quality control the specific criteria of the achievement of objectives are defined in the document „Ausführungsbestimmung…“ (vTI, 2012). The execution of all tasks as well as the compliance with the criteria of achievement of objectives during the process of inventory implementation are surveyed by the responsible personnel with the help of the specific Thünen Institute checklists: Compliance with the criteria is either conformed or the non-compliance has to be justified.

Als Grundlage für die Qualitätskontrolle der Emissionsinventarerstellung dienen die im Dokument „Ausführungsbestimmung…“ (vTI, 2012) beschriebenen Aufgaben innerhalb der einzelnen Arbeitsschritte (Figure 3.6). Dabei sind vor allem Aufgaben wie Vergleiche und Kontrollrechnungen relevant, deren Ergebnisse bestimmte Kriterien der Zielerreichung erfüllen müssen.

Dabei können die mit dem Inventarmodell GAS-EM berechneten nationalen Emissionsergebnisse nicht mit anderen nationalen Daten verglichen werden, da vergleichbare Daten nicht vorliegen. Stattdessen wird, soweit möglich, für die relevanten Quellgruppen ein Vergleich der aggregierten Emissionsfaktoren (IEF) sowie anderer emissionsrelevanter Größen mit IPCC-Defaultwerten und entsprechenden Daten benachbarter Staaten durchgeführt. Diese Vergleiche finden sich im vorliegenden Dokument in entsprechenden Unterkapiteln ab Kapitel 4.

Für die verschiedenen qualitätskontrollrelevanten Aufgaben sind spezifische Kriterien der Zielerreichung in der „Ausführungsbestimmung…“ (vTI, 2012) festgelegt. Die Erledigung aller Aufgaben sowie die Erfüllung der Kriterien der Zielerreichung wird mit den Checklisten des Thünen-Instituts während der Emissionsinventarerstellung von den zuständigen Mitarbeitern des Thünen-Instituts überprüft. Die Einhaltung dieser Kriterien wird jeweils bestätigt oder deren Nichteinhaltung begründet.

3.5.1.2 *Dokumentation und Archivierung*

The central place for the documentation of the QSE is the Inventory Description. The latter has a obligatory structure in which to store all the documents and information relevant for inventory preparation, inventory reconstruction and quality management. The Inventory Description of the inventories established at Thünen Institute is part of the Thünen internet platform "Treibhausgas-Wiki" (Greenhose Gas Wiki). This internet platform represents the central interface between Thünen Institute and NaKo as NaKo has full access to the internet platform. Thünen Institute and NaKo take care of periodical storing and archiving of the data.

Der zentrale Dokumentationsort des QSE ist die Inventarbeschreibung. Hier werden in einer vorgegebenen Struktur alle für die Erstellung und Rekonstruktion des Emissionsinventars sowie für das Qualitätsmanagement relevanten Informationen bzw. Dokumente abgelegt. Die Inventarbeschreibung für die Emissionsinventare am Thünen-Institut ist Teil der institutseigenen Internet-Plattform „Treibhausgas-Wiki". Diese Internet-Plattform stellt die zentrale Schnittstelle zwischen dem Thünen-Institut und der NaKo dar, die vollen Zugriff auf diese Plattform besitzt. Durch das Thünen-Institut und die NaKo erfolgt eine regelmäßige Sicherung und Archivierung der Daten.

3.5.1.3 *Qualitätssicherung durch die NaKo*

The quality of data and methods used to prepare the inventory is also checked by NaKo with the help of checklists the so-called QSE checklists (QSE GUIDEBOOK, 2010, Chapters 1.3.3.1.4 and 22.1.2.1.11). The QSE checklists have to be used in parellel to the inventory preparation. These checklists, which entail criteria of the achievement of objectives, serve for survey and documentation of the successful implementation of the quality controls by the participants of the NaKo. Compliance with the criteria is either conformed or the non-compliance has to be justified. Any violation of these criteria leads to the definition of measures of improvement to be implemented during the inventory preparation by the participants of NaSE. The measures of improvement are administrated within the Inventory Plan which represents an additional tool for the quality assurance of the emission inventories. The contents of the Inventory Plan are based on the results of the QSE checklists, the measures of improvement addressed in Chapter 10 of the NIR, as well as the results of the various review procedures by UNFCCC and the EU commission. The Inventory Plan is updated in a permanent process and discussed in consultations with the NaSE participants.

Die Qualität der dem Inventar zugrunde liegenden Daten und Methoden wird von der NaKo ebenfalls mit Hilfe von Checklisten, den QSE-Checklisten, kontrolliert (QSE-HANDBUCH, 2010, Kapitel 1.3.3.1.4 und 22.1.2.1.11). Die QSE-Checklisten sind parallel zur Inventarerstellung auszufüllen Sie dienen der Überprüfung und Dokumentation der erfolgreichen Durchführung der Qualitätskontrollen der Teilnehmer des NaSE und enthalten diverse Kriterien der Zielerreichung. Die Einhaltung dieser Kriterien wird bestätigt oder ihre Nichteinhaltung begründet. Nicht eingehaltene Kriterien führen zur Formulierung von Verbesserungsmaßnahmen. Die von den Teilnehmern des NaSE während der Emissionsinventarerstellung umzusetzenden Verbesserungsmaßnahmen werden im Inventarplan verwaltet, der damit ein weiteres Instrument zur Qualitätssicherung der Emissionsinventare darstellt. In die Erstellung des Inventarplans fliessen die Ergebnisse der QSE-Checklisten, die in Kapitel 10 im NIR benannten Verbesserungsaktivitäten sowie die Ergebnisse der verschiedenen Reviewprozeduren der UNFCCC und der EU-Kommission ein. Der Inventarplan wird in einem fortlaufenden Prozess regelmäßig aktualisiert und mit den Teilnehmern des NaSE abgestimmt.

3.5.1.4 *Qualitätssicherung durch Externe*

After termination of inventory preparation, the complete German emission inventory is subject to additional checks carried out by NaKo: initial quality check, in-house consultations within the Federal Environment Agency, inter-ministerial co-ordination. After release of the emission inventory by NaKo the emission inventory is checked within a routine review process carried out by UNFCCC (Initial Check, S&A, Individual Review). In addition to the UNFCCC review the quality of the emission inventory is assured by a review process carried out by UNECE (Initial Check, S&A, In-depth Reviews).

If necessary, external experts (e.g. from KTBL) or the Ministry of Agriculture are consulted to evaluate the inventory.

Nach Fertigstellung durchläuft das gesamte deutsche Emissionsinventar weitere Überprüfungen durch die NaKo (initiale Qualitätskontrolle, Hausabstimmung im Umweltbundesamt, Ressortabstimmung). Nach der Freigabe des Emissionsinventars durch die NaKo tritt das Emissionsinventar in den routinemäßigen Reviewprozess unter UNFCCC (Initial Check, S&A, Individual Review) ein. Zusätzlich zu den UNFCCC-Reviews wird das Emissionsinventar durch den Reviewprozess unter UNECE (Initial Check, S&A, In-depth Reviews) qualitätsgesichert.

Je nach Bedarf werden vom Thünen-Institut externe Experten wie beispielsweise KTBL oder das BMEL zu Beurteilungen des Emissionsinventars hinzugezogen.

3.5.2 Changes with respect to the previous submission / Änderungen gegenüber der vorherigen Berichterstattung

This chapter compiles short descriptions of changes of the structure of the report, of methods and of data that were made to improve the emission reporting for the German Agriculture or that had become nessary in order to cope with changed data availability. The resulting changes are described in the following under the number of Chapter used in the report at hand. (For changes of numbering of Chapters in comparison to the report published last year see notes farther below under the heading "structure of the report".)

For changes of emissions resulting from the above-mentioned changes of methods and data see Chapter 2.3.

Omitted and new animal categories

The animal categories "buffalo" and "mules and asses" were omitted, see below (notes on Chapters 4 und 7).

The CRF tables for the emission reporting under IPCC (2006) differ from earlier CRF tables by requiring data for additional animal categories under the heading "Other livestock": Deer, rabbit, reindeer, ostrich and fur-bearing animals. There is no Reindeer in Germany. For the other four categories the green house gases are calculated as an example for 2013, using Tier 1 methods (see below, modification notes for Chapter 9.) The results served as a basis for the decision that the emissions of these four animal cetagories are insignificant and need not to be reported.

Structure of the report

Chapter 3.3.5 now refers to the methods for the calculation of emissions from anaerobic digestion of energy plants. Previous Chapters 3.3.5 and 3.3.6 have been renumbered to Chapters 3.3.6 and 3.3.7.

Chapter 3.4.2.3 has been inserted into the report in order to explain discrepancies between German animal numbers reported by the FAO and the animal numbers used in the German inventory.

According to IPCC (2006), i. e. as of Submission 2015, the fraction of indirect N_2O emissions that is caused by emissions of NH_3 and NO from housing and storage is no longer reported among the emissions from agricultural soils but as a contribution by animal husbandry. Anaerobic digestion of energy plants is treated by analogy.

IPCC (2006) also requires the calculation of indirect N_2O emissions from nitrogen leaching and run-off from storage. However, as leaching from storage is forbidden by law, it is not taken into account in the German inventory.

By omission of the separate chapter on emissions from buffalo husbandry (Chapter 8 in last year's report) the previous Chapter 9 became Chapter 8.

The new Chapter 9 deals with the emissions of the husbandry of deer, rabbit, ostrich and fur-bearing animals.

Chapter 10 now describes the details of emission reporting for anaerobic digestion of energy plants. Previ-

Dieses Kapitel beinhaltet Kurzbeschreibungen zu Änderungen der Berichtstruktur sowie von Methoden und Daten, die zur Verbesserung der deutschen landwirtschaftlichen Emissionsberichterstattung vorgenommen wurden oder sich aus veränderter Datenverfügbarkeit ergeben haben. Die Änderungen werden im Folgenden unter der im *vorliegenden* Bericht geltenden Kapitelnummer beschrieben. (Zu Änderungen der Kapitelnummerierung gegenüber dem Vorjahresbericht siehe weiter unter „Gliederung des Berichts").

Zu den Emissionsänderungen, die aus den verwähnten Methoden- und Datenänderungen resultieren, siehe Kapitel 2.3.

Wegfall und Hinzunahme von Tierkategorien

Büffel sowie Maultiere und Esel werden nicht mehr als eigenständige Tierkategorien geführt, siehe dazu Änderungsanmerkungen zu den Kapiteln 4 und 7.

In den CRF-Tabellen unter IPCC (2006) werden unter „Other Livestock" gegenüber den alten CRF-Tabellen zusätzliche Tierkategorien aufgeführt: Gehegewild, Kaninchen, Rentiere, Strauße und Pelztiere. Rentiere werden in Deutschland nicht gehalten. Für die übrigen vier Kategorien werden die Treibhausgasemissionen mit Tier-1-Verfahren exemplarisch für 2013 berechnet (siehe unten, Änderungsvermerk zu Kapitel 9). Die Ergebisse dienten als Grundlage für die Entscheidung, dass die entsprechenden Emissionen als geringfügig einzustufen sind und daher nicht berichtet werden müssen.

Gliederung des Berichts

Kapitel 3.3.5 verweist nun auf die Methodik zur Berechnung der Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen. Die bisherigen Kapitel 3.3.5 und 3.3.6 wurden damit zu Kapitel 3.3.6 und 3.3.7.

Das neu eingefügte Kapitel 3.4.2.3 erläutert Unterschiede zwischen den von der FAO für Deutschland veröffentlichten und den im deutschen Inventar verwendeten Tierzahlen.

Der Anteil der indirekten N2O-Emissionen, der auf Emissionen von NH_3 und NO aus Stall und Lager zurückgeht, wird nach IPCC (2006) ab Submission 2015 nicht mehr in den Boden-Kapiteln beschrieben und berichtet, sondern in den Tier-Kapiteln. Für die Vergärung von Energiepflanzen wird analog vorgegangen.

IPCC (2006) sieht ein enstprechendes Konzept auch für die indirekten N_2O-Emissionen durch Versickerung während der Lagerung vor (Auswaschung). Eine solche Versickerung ist nach deutschen Gesetzen verboten und wird daher in Inventar nicht berechnet.

Durch den Wegfall der eigenständigen Tierkategorie der Büffel entfällt das bisherige Kapitel 8. Dadurch wird das bisherige Kapitel 9 (Geflügel) zu Kapitel 8.

Das neue Kapitel 9 befasst sich mit den Emissionen aus der Haltung von Gehegewild, Kaninchen, Straußen und Pelztieren.

Kapitel 10 beschreibt nun Details der Emissionsberichterstattung zur Vergärung von Energiepflanzen. Die

ous Chapters 10 to 14 have been renumbered to Chapters 11 to 15.

The chapters for emissions from agricultural soils (now Chapters 11 und 12) have been restructured in order to cope better with the requirements of emission reporting. Following IPCC (2006), the chapter for N fixation by legumes has been omitted. New sub-chapters deal with CO_2 emissions from liming and application of urea as well as NMVOC emissions from agricultural cultures.

Chapter 3.1.2.2 Definition of animal place

The previously used practice of considering vacancy times in emissions calculations had to be cancelled as it proved to be not consistent with the emission factors used for emission reporting that relate to mean animal places that are used for production throughout the year. For some animal categories (e. g. fattening pigs) this modification led to significantly increased emissions.

Chapter 3.3.4.4 Anaerobic digestion of manure

Anaerobic digestion of farmyard manure has now been taken into account. In addition, the process parameters are chosen to be consistent with the practice of co-fermentation of manure and energy plants. (However, the emissions from the digestion of energy plants are calculated separately, see Chapter 3.3.5.)

The methodology has been modified in order to take account of the mineralization of organic N in the fermenter that considerably increases the potential of NH_3 emissions during field application of the digestates. This effect more than compensates the emission reducing effect of increasingly used gastight storage of digestates. Hence, total emissons are higher than those from storage and spreading of untreated manure.

Chapter 3.3.4.5 Particulate matter (animals)

Changes in PM emissions are due to new emission factors for $PM_{2.5}$ and PM_{10}. Emission factors for sheep and goats were available for the first time. While in earlier submissions TSP emissions from animals were set equal to PM_{10} emissions (due to the lack of TSP emission factors), TSP from animals has now been calculated with the new TSP Emission factors given by EMEP (2013).

Chapter 3.3.5 Digestion of energy plants

Emissions from anaerobic digestion of energy plants in Germany are reported for the first time. The methodology used is based on the methodology for farmyard manure. Inspite of the usual co-fermentation with animal manures, emissions from the digestion of energy plants have been calculated separately in order to facilitate the distinction between the emissions from digestion of manures and the digestion of energy plants.

Chapter 3.4.2.3 Comparison with FAO animal numbers

Many of the German livestock-population figures reported by the FAO differ from the corresponding figures used in the inventory. The new Chapter 3.4.2.3 has been inserted into the report at hand in order to explain the important discrepancies.

bisherigen Kapitel 10 bis 14 wurden damit zu Kapitel 11 bis 15.

Die Kapitel zu Emissionen aus landwirtschaftlich Böden (jetzt Kapitel 11 und 12) wurden neu gegliedert, um den Anforderungen der Berichterstattung besser gerecht zu werden. Nach IPCC (2006) entfiel das Unterkapitel zu Emissionen aus dem Anbau von Leguminosen. Neu aufgenommen wurden Unterkapitel zu CO_2 aus Kalkung und Harnstoffanwendung, sowie NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Kulturen.

Kapitel 3.1.2.2 Tierplatz-Definition

Die bisherige Praxis, Leerstandszeiten in der Emissionsberechnung zu berücksichten, musste aufgegeben werden, da sie mit den in der Berichterstattung verwendeten Emissionsfaktoren nicht kompatibel ist, die sich auf mittlere, das ganze Jahr besetzte Tierplätze beziehen. Für einige Tiere (z. B. Mastschweine) führte diese Änderung zu erheblichen Emissionserhöhungen.

Kapitel 3.3.4.4 Vergärung von Wirtschaftsdünger

Vergärung von Festmist wird jetzt berücksichtigt. Außerdem wurden die Verfahrensparameter nun so gewählt, dass die in der Praxis übliche Vergärung zusammen mit Energiepflanzen berücksichtigt wird. (Die Emissionen aus der Vergärung der Energiepflanzen werden allerdings separat berechnet, siehe Kapitel 3.3.5.)

Die Methodik wurde modifziert, um die Mineralisierung von organischem N im Fermenter zu berücksichtigen, die das Potential für NH_3-Emissionen bei der Ausbringung der Gärreste beträchtlich erhöht. Dieser Effekt führt dazu, dass trotz NH_3-Minderung durch gasdichte Gärrestlagerung die Gesamt-NH_3-Emissionen aus dem Gärreste-Management gegenüber dem herkömmlichen Wirtschaftsdünger-Management ansteigen.

Kapitel 3.3.4.5 Partikelemissionen (Tierhaltung)

Aus veränderten Emissionsfaktoren für $PM_{2.5}$ und PM_{10} ergaben sich Änderungen bei den PM-Emissionen Für Schafe und Ziegen waren erstmals Emissionsfaktoren verfügbar. In früheren Submissionen wurde TSP mangels Emissionsfaktoren mit PM_{10} gleichgesetzt. Für Submission 2015 wurden die neuen EMEP (2013)-Emissionsfaktoren für TSP verwendet.

Kapitel 3.3.5 Vergärung von Energiepflanzen

Erstmals wurden für Deutschland Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen berechnet. Die Methodik basiert auf der Methodik für die Vergärung von Festmist. Trotz der üblichen Ko-Fermentierung von Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen wurden die Emissionen aus der Vergärung der Energiepflanzen separat berechnet, um ihren Beitrag zu den landwirtschaftlichen Gesamtemissionen aufzeigen zu können.

Kapitel 3.4.2.3 Vergleich mit FAO-Tierzahlen

Die von der FAO für Deutschland veröffentlichten Tierzahlen unterscheiden sich in vielen Fällen von den im Inventar verwendeten Tierzahlen. Das neu in den vorliegenden Bericht eingefügte Kapitel 3.4.2.3 erläutert die wesentlichen Unterschiede.

Chapter 4 Cattle

As of the time-series year 2013, the cattle population data provided by the Federal Statistical Office also include bison and buffalo, although the applicable buffalo numbers cannot be extracted from such aggregate cattle data. As a result, as of the time-series year 2013 the buffalo emissions are included in the cattle emissions. Consequently, as of the 2015 submission buffalo are no longer treated as a separate category in the inventory. The emissions produced by buffalo in the years 1990 through 2012 are taken into account in the inventory by adding the buffalo populations to the numbers of suckler cows.

Kapitel 4 Rinder

Ab dem Zeitreihenjahr 2013 umfassen die vom Statistischen Bundesamt bereitgestellten Rinderzahlen auch Bisons und Büffel, ohne dass die Büffel aus diesen Zahlen herauszurechnen wären. Da auf diese Weise ab dem Zeitreihenjahr 2013 die Emissionen der Büffel in den Emissionen der Rinder enthalten sind, werden Büffel im Inventar ab Submission 2015 nicht mehr als eigenständige Kategorie behandelt. Die in den Zeitreihenjahren 1990 bis 2012 von den Büffeln ausgehenden Emissionen werden im Inventar dadurch berücksichtigt, dass die Büffelzahl der Mutterkuhzahl zugeschlagen wird.

Chapter 4 Dairy cows

Slight changes in gross energy intake, emission factor and emissions are due to changes in feed composition. Those changes, in turn, result from changes in yield data (animal weight, calf birth weight, milk production) and from changes in the division of populations among mixed feed and grass-based feed.

Updated performance data and modified population shares resulted in increased N excretions (except for the years 1991 – 1995).

Kapitel 4.3 Milchkühe

Leichte Veränderungen bei Gesamtenergie-Aufnahme, Emissionsfaktor und Emission sind auf Änderungen in der Futterzusammensetzung zurück zu führen. Diese resultieren aus Veränderungen in den Leistungsdaten (Tiergewicht, Kalbgeburtsgewicht, Milchleistung) und Verschiebungen bei der Aufteilung der Population zwischen „mixed feed“ and „grass-based feed“.

Außer für die Jahre 1991 bis 1995 war dadurch ein Anstieg der Emissionen gegenüber Submission 2014 zu verzeichnen.

Chapter 4.4 – 4.9 Other cattle

The reduction in the animal-place-based gross energy intake and emission factor results from changes in the relevant model (a shift of the age limit separating calves from heifers / male beef cattle) and from updating of the yield data for heifers (animal weights, calf birth weights). The higher population figure (inclusion of buffalo) does not offset these effects, and thus the emissions have decreased from the level reported in the 2014 Submission.

For calves, heifers and male beef cattle, energy requirements have been modified by moving the animal weight threshold between calves and heifers/male beef cattle from 100 kg to 125 kg. In addition, performance data of heifers have been updated (animal weight, increased calf birth weight). In all, total N excretions of non-dairy cattle are lower than in Submission 2014.

Kapitel 4.4 – 4.9 Übrige Rinder

Die Abnahme von tierplatzbezogener Gesamtenergie-Aufnahme und Emissionsfaktor ist eine Folge der Änderungen in der Modellierung (Verschiebung der Altersgrenze zwischen Kälbern und Färsen/Mastbullen) und der Aktualisierung der Leistungsdaten bei den Färsen (Tiergewichte, Kalbgeburtsgewicht). Die höhere Tierzahl (Einbeziehung der Büffel) kann diese Effekte nicht kompensieren, so dass auch die Emissionen gegenüber der Submission 2014 gesunken sind.

Für Kälber, Färsen und Mastbullen änderte sich der Energiebedarf, weil die Tiergewichtsgrenze zwischen Kälbern und Färsen/Mastbullen von 100 auf 125 kg angehoben wurde. Zusätzlich wurden Leistungsdaten der Färsen aktualisiert (Tiergewichte, höheres kalb-Geburtsgewicht). Insgesamt sind die N-Ausscheidungen der „übrigen Rinder“ niedriger als in Submission 2014.

Chapter 5 Pigs

For all pig categories new (national) methane conversion factors for enteric fermentation have been implemented. These new factors led to higher CH_4 emissions from enteric fermentation for sows and boars, while the emissions decreased for weaners and fattening pigs.

Kapitel 5 Schweine

Für alle Schweine wurden neue (nationale) Methan-Umwandlungsfaktoren für die Verdauung eingeführt. Bei Sauen und Ebern ergaben sich daraus höhere CH_4-Emissionen aus der Verdauung, während bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen die CH_4-Emissionen aus der Verdauung abgenommenhaben.

Chapter 5.3 Sows

The time between weaning and covering has been shortened from 27 to 11 days, leading to changes for the feeding phases. These changes resulted in slightly increased VS excretions while N excretions are somewhat lower than in Submission 2014. The pertaining emissions changed the same way.

The increase of CH_4 emissions from enteric fermentation from Submission 2014 to Submission 2015 is due

Kapitel 5.3 Sauen

Die Güstzeit wurde von 27 auf 11 Tage verkürzt. Durch die damit verbundene Verschiebung in den Fütterungsphasen erhöhte im Vergleich zur Submission 2014 sich die VS-Ausscheidung etwas, während die N-Ausscheidung etwas gesunken ist (mit entsprechend gerichteten Änderungen der zugehörigen Emissionen).

Die Zunahme der CH_4-Emissionen aus der Verdauung gegenüber Submission 2014 ist eine Folge des neuen

to the new (higher) national emission factor.

Other than earlier submissions, Submission 2015 takes into account that the amounts of N filtered by air scrubbing systems are added to the slurry to be spread. As a consequence, emissions of N species from manure spreading increased from Submission 2014 to Submission 2015.

Chapter 5.4 & 5.5 Weaners, fattening pigs

The increase of gross energy intake from Submission 2014 to Submission 2015 is due to the fact that vacancy times between production cycles are not considered any longer. Nevertheless, calculated CH_4 emissions are lower than in Submission 2014. This a consequence of new (lower) national methane conversion factors for enteric fermentation.

Elimination of the vacancy times also led to an increase of VS and N excretion as well as an increase of related emissions.

Other than earlier submissions, Submission 2015 takes into account that the amounts of N filtered by air scrubbing systems are added to the slurry to be spread. As a consequence, emissions of N species from manure spreading increased from Submission 2014 to Submission 2015.

In the calculation of mean emission factors for N_2O-, NO- und N_2 from manure management (farmyard manure, deep bedding) a transcription error has been corrected. As aconsequence, the emissions of the respective N species are slightly lower. On the other hand, the N emissions from spreading increased due to more N available for spreading.

Chapter 5.6 Boars

The increase of CH_4 emissions from enteric fermentation from Submission 2014 to Submission 2015 is due to the new (higher) national emission factor.

Chapter 6.5 Sheep

The official population numbers for sheep have been corrected for all years as of 2010. This has been done to take account of the change in the relevant reference date from spring (until 2009, May / June) to 1 March (2010) and to 3 November (since 2011). The correction compensates for the apparent reduction in the number of lambs that this change entails (as well as the corresponding reduction in the total number of sheep).

Chapter 6.6 Goats

No official goat numbers for 2011 and 2012 were available. The figures for those years were calculated via linear interpolation, using the official goat-population figure for 2013, and replace the estimates in Submission 2014 that were identical to the 2010 figure.

Chapter 7 Horses, asses and mules

In the 2010 and 2013 agricultural censuses, "numbers of equids", rather than numbers of horses, were counted. They inseparably include the counts for mules and asses. As of the 2015 submission, therefore, the inventory no longer includes "mules and asses" as a

(höheren) nationalen Methan-Umwandlungsfaktoren.

Anders als bis zur Submission 2014 wurde für die vorliegende Submission 2015 berücksichtigt, dass die von Abluftreinigungsanlagen ausgefilterte N-Menge anschließend mit Gülle ausgebracht wird. Die Folge dieser Änderung ist ein Anstieg der Emissionen von N-Spezies aus der Wirtschaftsdüngerausbringung.

Kapitel 5.4 & 5.5 Aufzuchtferkel, Mastschweine

Die Zunahme der Gesamtenergie-Aufnahme gegenüber Submission 2014 geht darauf zurück, dass Leerstandszeiten nicht mehr berücksichtigt werden. Die trotzdem berechnete Abnahme der CH_4-Emissionen gegenüber Submission 2014 ist eine Folge der neuen (niedrigeren) nationalen Methan-Umwandlungsfaktoren für die Verdauung.

Die Eliminierung der Leerstandszeiten führte überdies zu einer Erhöhung von VS- und N-Ausscheidungen und damit zu entsprechend höheren Emissionen.

Anders als bis zur Submission 2014 wurde für die vorliegende Submission 2015 berücksichtigt, dass die von Abluftreinigungsanlagen ausgefilterte N-Menge anschließend mit Gülle ausgebracht wird. Die Folge dieser Änderung ist ein Anstieg der Emissionen von N-Spezies aus der Wirtschaftsdüngerausbringung.

Beim Wirtschaftsdüngermanagement wurde bei der Berechnung der mittleren N_2O-, NO- und N_2-Emissionsfaktoren für Festmist und Tiefstreu ein Übertragungsfehler korrigiert. Dadurch vermindern sich die Emissionen der entsprechenden N-Spezies leicht. Die N-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerausbringung erhöhen sich dagegen.

Kapitel 5.6 Zuchteber

Die Zunahme der CH_4-Emissionen aus der Verdauung gegenüber Submission 2014 ist eine Folge des neuen (höheren) nationalen Methan-Umwandlungsfaktoren.

Kapitel 6.5 Schafe

Bei den Schafen wurden für alle Jahre ab 2010 die amtlichen Schafzahlen korrigiert. Grund ist der Wechsel des Erhebungstermins vom Frühjahr (bis 2009 Mai bzw. Juni) zum 1. März (2010) bzw. zum 3. November (seit 2011). Die mit diesem Wechsel verbundene scheinbare Abnahme der Lämmer (und damit der Schafe-Gesamtzahl) wird durch die Korrektur ausgeglichen.

Kapitel 6.6 Ziegen

Die amtliche Ziegenzahl für 2013 wurde dazu verwendet, die nicht verfügbaren Zahlen von 2011 und 2012 durch lineare Interpolation zu berechnen. Diese Zahlen ersetzen die durch Fortschreibung für 2011 und 2012 geschätzen Daten der Submission 2014.

Kapitel 7 Pferde, Esel und Maultiere

In der Landwirtschaftszählung 2010 und in der Zählung 2013 wurden statt Pferdezahlen Equidenzahlen erhoben. Deren Zahl schließt in nicht separierbarer Weise Esel und Maultiere ein. Ab Submission 2015 entfällt daher im Inventar die separate Kategorie „Esel und

separate category. Until the year 2009, the counts for mules and asses were added to the counts for light horses and ponies.

No official animal numbers for 2011 and 2012 were available. The figures for those years were calculated via linear interpolation, using the official goat-population figure for 2013, and replace the estimates in Submission 2014 that were identical to the 2010 figure.

Chapter 8 Poultry

No official poultry numbers for 2011 and 2012 were available. The figures for those years were calculated via linear interpolation, using the official goat-population figure for 2013, and replace the estimates in Submission 2014 that were identical to the 2010 figure.

As in previous surveys (in 2010 for the last time) significant numbers of poultry had not been counted as they were held by companies that did not need not to report poultry numbers, the rules of poultry counting have been adjusted for the 2013 survey by the Federal Statistical Office and the Statistical Offices of the federal states. As a consequence, the official 2013 poultry numbers are much higher than to be expected after the trend in earlier years. As the Federal Statistical Office do not intend to correct poultry numbes of earlier years, the poultry numbers used in the inventory exhibit a steep upward trend between 2010 and 2013.

Chapter 9.3 Laying hens

Elimination of the vacancy times also led to an increase of VS and N excretion as well as an increase of related emissions.

Chapter 9.4 Broilers

The model entity "total gross production of broiler meat" was uptdated for 2011 (slightly increased) as final input data were now provided by the Federal Statistical Agency. As usual the total gross production of broiler meat for the last years of te time series was estimated by extrapolation.

The complex broiler model used in earlier submissions could not be applied any longer due to continuously increasing uncertainties of input data and modell parameters. Hence, the complex broiler model was replaced by a simpler approach that, however, follows the methodology successfully used already in the models for pullets and ducks. The new broiler model does not use vacancy times. The resulting excretions of Vs are lower than in Submission 2014 (old model) for all years of the time series, while N excretions deviate in both directions from that reported in Submission 2014. For the years 2011 and 2012, Submission 2015 has significantly lower values than Submission 2014. This is due to the fact that in these years the updated broiler numbers are significantly higher than in Submission 2014 while the total gross production of broiler meat remained nearly constant (see Chapter 3.4.2).

Maultiere". Die Zahl der Esel- und Maultiere wurde bis zum Jahr 2009 zu der Zahl der Kleinpferde und Ponys addiert.

Die amtliche Tierzahl für 2013 wurde dazu verwendet, die nicht verfügbaren Zahlen von 2011 und 2012 durch lineare Interpolation zu berechnen. Diese Zahlen ersetzen die durch Fortschreibung für 2011 und 2012 geschätzen Daten der Submission 2014.

Kapitel 8 Geflügel

Die amtlichen Geflügelzahlen für 2013 wurden dazu verwendet, die nicht verfügbaren Zahlen von 2011 und 2012 durch lineare Interpolation zu berechnen. Diese Zahlen ersetzen die durch Fortschreibung für 2011 und 2012 geschätzen Daten der Submission 2014.

Der Erhebung der Geflügelzahlen 2013 durch das Statistische Bundesamt und die Statistischen Landesämter lag eine Berichtskreisrevision zugrunde. Diese war erforderlich geworden, da in den Erhebungen zuvor (letztmalig 2010) aufgrund der seinerzeitigen Regeln zur Auswahl der zu befragenden Betriebe größere Geflügelbestände nicht erfasst wurden. Die 2013 erhobenen Geflügelzahlen sind damit deutlich höher, als dies aufgrund der Erhebungen in den Jahren zuvor zu erwarten war. Da das Statistische Bundesamt die offiziellen Geflügelzahlen der Vorjahre bis 2010 nicht korrigiert, weisen die im Inventar verwendeten Geflügelzahlen zwischen 2010 und 2013 einen markanten Anstieg auf.

Kapitel 9.3 Legehennen

Die Eliminierung der Leerstandszeiten führte überdies zu einer Erhöhung von VS- und N-Ausscheidungen und damit zu entsprechend höheren Emissionen.

Kapitel 8.4 Masthähnchen

Die Eingangsgröße „deutsche Gesamt-Bruttoschlachtfleischmenge" wurde für 2012 aktualisiert (geringfügige Erhöhung), da inzwischen endgültige Daten des Statistischen Bundesamtes zur Berechnung vorliegen.

Das bisherige komplexe Mathähnchen-Modell konnte wegen zunehmender Unsicherheit bei verschiedenen Eingangs- und Modellparametern und der resultierenden Unsicherheit der Modellergebnisse nicht mehr verwendet werden. Es wurde durch ein einfacheres Modell ersetzt, das sich an die anerkannte Modellierung bei Junghennen und Enten anlehnt. Das neue Modell beinhaltet auch keine Leerstandszeiten mehr. Die resultierenden VS-Ausscheidungen sind für alle Jahre der Zeitreihe niedriger als in Submission 2014 (altes Modell), während die N-Ausscheidungen nach oben und unten abweichen. Für die Jahre 2011 und 2012 ist die Abweichung nach unten gegenüber der Submission 2014 besonders auffällig, weil in diesen Jahren bei gleichbleibender (2011) bzw. nahezu gleichbleibender (2012) deutscher Gesamt-Bruttoschlachtfleischmenge die Tierplatzzahlen merklich höher sind als in Submission 2014 (siehe dazu Kapitel 3.4.2).

Chapters 8.5, 8.7, 8.8 Pullets, ducks and turkeys

Elimination of the vacancy times also led to an increase of VS and N excretion as well as an increase of related emissions.

Chapter 9 Deer, rabbit, ostrich and fur animals

Emissions from deer, rabbit, ostrich and fur-bearing animals were calculated for one single year (2013) in order to demonstrate that they are insignificant and need not to be reported in the CRF Tables.

Chapter 11 Agricultural soils

Following IPCC (2006), the chapter for N fixation by legumes has been omitted.

Chapter 11.1 Synthetic fertilizers

The decrease of N2O emissions is due tot he new (lower) emission factor according to IPCC (2006).

The new NH_3 emission factors provided by EMEP (2013) more than doubled the fertilizer-induced NH_3 emissions.

Chapter 11.2 Spreading of manure

Emissions changed due to updated input data (excretions).

Chapter 11.3 Spreading of digestates of energy plants

Emissions from spreading of digestates of energy plants are reported for the first time. The methodology is based on the methodology used for spreading of animal manures.

Chapter 11.5 Grazing

Emissions changed due to updated input data (excretions).

Chapter 11.4 Spreading of sewage sludge

The amount of N contained in sewage sludge in 2012 has been updated. The missing value for 2013 was estimated by adopting the value of 2012.

Chapter 11.6 Histosols

The decrease of N_2O emissions is due to the fact that the new national emission factor is in the range of about 5 kg N_2O-N per hectare while in Submission 2014 still the IPCC default emission factor of 8 kg N_2O-N per hectare had been used.

Chapter 11.7 Crop residues

In earlier submissions, N contents had been related to dry matter. The correction of this error by relating the N contents to fresh matter led to a significant decrease of the calculated amounts of N and hence of the respective N emissions.

The decrease of N2O emissions is intensified by the use of the new (lower) emission factor according to IPCC (2006).

Chapter 11.8 CO_2 from liming

As of Submission 2015, CO_2 from liming (agriculture and forest) is not reported any longer in the LULUCF

Kapitel 8.5, 8.7, 8.8 Junghennen, Enten, Puten

Die Eliminierung der Leerstandszeiten führte überdies zu einer Erhöhung von VS- und N-Ausscheidungen und damit zu entsprechend höheren Emissionen.

Kapitel 9 Wild, Kaninchen, Strauße, Pelztiere

Emissionen von Gehegewild, Kaninchen, Straußen und Pelztieren wurden für ein einzelnes Jahr (2013) berechnet. Diese Emissionen werden als geringfügig eingestuft und sind daher in den CRF-Tabellen nicht enthalten.

Kapitel 11 Landwirtschaftliche Böden

Nach IPCC (2006) entfiel das Unterkapitel zu Emissionen aus dem Anbau von Leguminosen.

Kapitel 11.1 Mineraldüngerausbringung

Die Abnahme der N_2O-Emissionen ist eine Folge des neuen (niedrigeren) Emissionsfaktors nach IPCC (2006).

Die neuen NH3-Emissionsfaktoren nach EMEP (2013) führten zu einem Anstieg der Emissionen um mehr als 100 %.

Kapitel 11.2 Wirtschaftsdünger-Ausbringung

Die Emissionen haben sich aufgrund veränderter Eingangsdaten (Ausscheidungen) verändert.

Kapitel 11.3 Gärreste-Ausbringung(Energiepflanzen)

Erstmals wurden Emissionen aus der Ausbringung von Energiepflanzen berechnet. Die Berechnung erfolgte analog zur Berechnung von Emissionen aus der Wirtschaftsdünger-Ausbringung.

Kapitel 11.5 Weidegang

Die Emissionen haben sich aufgrund veränderter Eingangsdaten (Ausscheidungen) verändert.

Kapitel 11.4 Klärschlamm-Ausbringung

Die N-Menge der Klärschlammausbringung wurde für 2012 aktualisiert. Der fehlende Wert für 2013 wurde durch Beibehaltung des Wertes von 2012 geschätzt.

Kapitel 11.6 Organische Böden

Die Abnahme der N_2O-Emissionen ist darauf zurück zu führen, dass der neue nationale Emissionsfaktor bei etwa 5 kg N_2O-N je ha liegt, während in Submission 2014 noch der Default-IPCC-Emissionsfaktor von 8 kg N_2O-N je ha verwendet wurde.

Kapitel 11.7 Ernterückstände

In früheren Submissionen wurden N-Gehalte von Ernterückständen fälschlich auf die Trockenmasse bezogen. Die Umstellung auf Frischmasse führte zu einem starken Rückgang der berechneten N-Mengen und damit auch der N-Emissionen.

Die Abnahme der N_2O-Emissionen wird verstärkt durch die Verwendung des neuen (niedrigeren) Emissionsfaktors nach IPCC (2006).

Kapitel 11.8 CO_2 aus Kalkung

CO_2-Emissionen aus Kalkung (Landwirtschaft und Forst) ab der vorliegenden Submission 2015 nicht mehr

sector but in the sector "Agriculture". Other than in the earlier calculations by LULUCF, the stoichiometric transformations are now based on integer values of the molecular weights the elements involved. This is in line with IPCC (2006) and led to activity data (amounts of $CaCO_3$) and CO_2 emissions that differ from the results presented in Submission 2014 by LULUCF.

Chapter 11.9 CO_2 from application of urea

With Submission 2015, CO_2 from application of urea is reported for the first time in the agricultural sector.

Kapitel 11.10 NMVOC from agricultural crops

With Submission 2015, reporting of NMVOC emissions from agricultural crops and grassland/pastures is resumed.

Chapter 11.11 Particulate matter (agricult. soils)

Changes in PM emissions are due to new emission factors for $PM_{2.5}$ and PM_{10}. For TSP from cultivation of agricultural soils there are still no TSP emission factors; hence TSP from cultivation of agricultural soils continues to be approximated by PM_{10}.

Chapter 12 Indirect N_2O from agricultural soils

As of Submission 2015, indirect N_2O emissions from deposition of reactive N are reported in two separate parts: The indirect N_2O emissions caused by deposition of NH_3 and NO from animal husbandry are reported along with other emissions from animal husbandry, while only indirect N_2O emissions due to deposition of NH_3 and NO from the use of agricultural soils are reported as soil-generated emissions.

The changes of indirect N_2O emissions from leaching and surface runoff are mostly due to the new (significantly lower) emission factor given by IPCC (2006). This lower emission factor leads to a marked decrease of the indirect N_2O emissions from agricultural soils between Submission 2014 and Submission 2015.

Chapter 13 Frac entities

According to the requirements described in IPCC (2006), Germany reports only $Frac_{GASF}$, $Frac_{GASM}$ und $Frac_{Leach}$.

Chapter 14 Uncertainties (GHG and NH_3 inventory)

The tables for the estimation of the total uncertainties of GHG and NH_3 emission inventories now account for emissions that are to be reported for the first time with Submission 2015 (except for NH_3 emissions resulting from aenaerobic digestion of energy plants as these emissions need not to be reported).

Emissions that need not to be reported are no longer considered within the mentioned uncertainty tables.

im Sektor LULUCF, sondern im Sektor Landwirtschaft berichtet. Im Gegensatz zur früheren Vorgehensweise bei LULUCF basieren die erforderlichen stöchiometrischen Umrechnungen nun wie bei IPCC üblich auf ganzzahligen Molgewichtzahlen. Daraus resultieren gegenüber früheren Submissionen Abweichungen in Aktivitätsdaten ($CaCO_3$-Mengen) und CO_2-Emissionen.

Kapitel 11.9 CO_2 aus Harnstoffanwendung

CO_2-Emissionen aus Harnstoffanwendung werden mit der vorliegenden Submission 2015 erstmals im Sektor Landwirtschaft berichtet.

Kapitel 11.10 NMVOC aus landw. Kulturen

NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Kulturen und Grasland/Weiden werden ab der vorliegenden Submission 2015 wieder berichtet.

Kapitel 11.11 Partikelemissionen (landw. Böden)

Änderungen in den PM-Emissionen sind eine Folge der neuen Emissionsfaktoren für $PM_{2.5}$ and PM_{10}. Für TSP aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden gibt es weiterhin keine Emissionsfaktoren. TSP wurde daher weiterhin durch PM_{10} approximiert.

Kapitel 12 Indirektes N_2O aus landw. Böden

Die depositionsbedingten indirekten N_2O-Emissionen werden ab der vorliegenden Submission in zwei Teilen berichtet: Zum Einen das indirekte N_2O, das aus der Deposition von NH_3 und NO aus der Tierhaltung zurückgeht und auch dort berichtet wird, zum Anderen das indirekte N_2O, das eine Folge der Deposition von NH_3 und NO aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden ist.

Die Änderung bei den indirekten N_2O-Emissionen Emissionen aus Auswaschung/Oberflächenabfluss, die im Wesentlichen auf den neuen, erheblich niedrigeren IPCC-Emissionsfaktor (IPCC (2006)) zurückgeht, trägt einen großen Teil zur Abnahme der indirekten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden gegenüber Submission 2014 bei.

Kapitel 13 Frac-Größen

Entsprechend den Anforderungen nach IPCC (2006) berichtet Deutschland nur noch $Frac_{GASF}$, $Frac_{GASM}$ und $Frac_{Leach}$.

Kapitel 14 Unsicherheiten (THG- und NH_3-Inventar)

Die Tabellen zur Schätzung der Gesamtunsicherheiten von THG- und NH_3-Emissionen wurden um neu zu berücksichtigende Emissionsquellen ergänzt (mit Ausnahme der NH_3-Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen, da diese Emissionen derzeit noch nicht Bestandteil der NH_3-Berichtspflichten sind).

Nicht mehr zu berichtende Emissionsquellen werden in den Unsicherheitstabellen nicht mehr berücksichtigt.

4 Cattle and buffalo / Rinder und Büffel

4.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

4.1.1 Cattle and buffalo 2013 / Rinder und Büffel 2013

According to CRF/NFR, the emissions originating from cattle have to be reported separately for dairy cows and for other cattle. This subdivision reflects the magnitude of emissions from dairy cows. However, other cattle also contribute significantly to the overall emissions from German agriculture. Due to the differences in management and feeding, other cattle have to be further subdivided. More subcategories have to be formed. Emissions are then calculated separately for the various subcategories; the results obtained are aggregated in Chpater 4.9.

Table 4.1 shows the cattle subcategories used in the German census as well as their aggregation and disaggregation for the emission inventory. It should be noted that female cows for slaughtering were dealt with as heifers in all submissions prior to 2013. From the 2013 submission onwards they are treated like suckler cows in accordance with the categories formed by German official statistics.

For additional details see the subquent chapters dealing with the different cattle categories used in the inventory.

As of 2013, the alst year of the time series in Submissions 2015, the cattle numbers provided by the Federal Statistical Agency comprise buffalo (and bisons) and there is no way to separate the numbers of cattle, buffalo (and bisons). Hence, the emissions of buffalo are included in the emissions of cattle and emission reporting for the separate animal category “buffalo” is omitted.

Emissions from buffalo in the years 1990 - 2012 are dealt with by adding the buffalo numbers (see Chapter 4.1.2) to the numbers of suckler cows (see Chapter 4.7.1.1). The reason for this approximation is that in Germany buffalo husbandry is similar to suckler cow husbandry and that the animal size is comparable.

For further details see the following chapters fort he different cattle sub-categories.

Figure 4.1 illustrates that all animal subcategories for which weight gain is an important feature are included adequately with respect to their weights and age.

The animal numbers used and their derivation as well as the animal weights are explained in the respective subchapters of the subsequent animal category chapters.

Emissionen von Rindern sind nach CRF/NFR getrennt für Milchkühe und die Gruppe der übrigen Rinder zu berichten. Diese Unterteilung ist durch die bedeutenden Emissionsbeiträge der Milchkühe begründet. Aber auch die Gruppe der übrigen Rinder trägt in ihrer Gesamtheit in erheblichem Umfang zu den Gesamtemissonen aus der deutschen Landwirtschaft bei. Bedingt durch unterschiedliche Haltung und Fütterung weisen die Unterkategorien der übrigen Rinder ein unterschiedliches Emissionsverhalten auf. Um diesem Umstand gerecht zu werden, erfolgt die Emissionsberechnung getrennt nach Unterkategorien. Die Ergebnisse werden anschließend aggregiert, siehe Kapitel 4.9.

Die Untergliederung der Rinder in der deutschen Tierzählung sowie ihre Aufteilung und Aggregierung zum Zwecke der Emissionsberechnung gehen aus Table 4.1 hervor. Anzumerken ist, dass die bis zur Submission 2012 einschließlich zu den Färsen gerechneten Schlacht- und Mastkühe ab Submission 2013 der Zählweise des Statistischen Bundesamtes entsprechend der Kategorie der Mutterkühe zugeschlagen werden.

Ab dem Zeitreihenjahr 2013 umfassen die vom Statistischen Bundesamt bereitgestellten Rinderzahlen auch Büffel (und Bisons), ohne dass die Büffelzahlen aus diesen Zahlen heraus zu separieren wären. Auf diese Weise sind ab 2013 die Emissionen der Büffel in den Emissionen der Rinder enthalten und die Berichterstattung zur separaten Tierkaregorie „Büffel“ entfällt.

Die in den Zeitreihenjahren 1990 bis 2012 von den Büffeln ausgehenden Emissionen werden im Inventar dadurch berücksichtigt, dass die Büffelzahl für diese Jahre (siehe Kapitel 4.1.2) der Mutterkuhzahl zugeschlagen wird (siehe Kapitel 4.7.1.1). Dies wird damit begründet, dass in Deutschland die Büffelhaltung überwiegend der Mutterkuhhaltung ähnelt und auch die Tiergröße vergleichbar ist.

Zu weiteren Details wird auf die nachfolgenden Kapitel zu den Rinder-Unterkategorien verwiesen.

Figure 4.1 veranschaulicht, dass bei den Tierkategorien, bei denen die Gewichtszunahme eine Rolle spielt, alle Gewichtsbereiche und Lebensalter erfasst sind.

Die verwendeten Tierzahlen bzw. ihre Berechnung sowie die Tiergewichte werden in den entsprechenden Unterkapiteln der einzelnen Tierkategorien erläutert.

Table 4.1: Cattle, categorisation and characterization

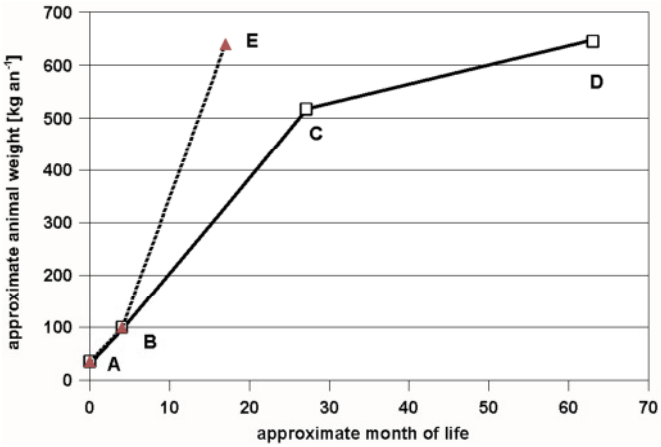
animal subcategories according to German census			animal subcategories used in this inventory			
type	descriptor		type	category	weight 1	weight 2
A[1]	Kälber unter einem Alter von 8 Monaten	calves younger than 8 months	ca	calves	41 kg an^{-1}	125 kg an^{-1}
			to bm and bf			
B[1]	Jungvieh 8 Monate bis unter 1 Jahr alt, männlich (Fresser)	young male cattle 8 months to 1 year	bm	male beef cattle	125 kg an^{-1}	$w_{fin, bm}$
C[1]	Jungvieh 8 Monate bis unter 1 Jahr alt, weiblich (Fresser)	young female cattle 8 months to 1 year	bf	heifers	125 kg an^{-1}	$w_{fin, bf}$
D	Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt, männlich (Bullen)	young male cattle 1 to 2 years	to bm			
E	Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt weiblich zum Schlachten (Jungrinder)	young female cattle 1 to 2 years, for slaughtering	to bf			
F	Jungvieh 1 bis 2 Jahre weiblich, Nutz- und Zuchttiere (Färsen)	young female cattle 1 to 2 years, for replacement	to bf			
G	Rinder 2 Jahre und älter, männlich	male cattle above 2 years	mm	mature males > 2 years	1000 kg an^{-1}	
H	Rinder 2 Jahre und älter, weiblich, Schlachtfärsen	female cattle above 2 years, for slaughtering	to bf			
I	Rinder 2 Jahre und älter, weiblich, Nutz- und Zuchtfärsen	female cattle above 2 years, for replacement	to bf			
J	Milchkühe	dairy cows	dc	dairy cows	$w_{fin, bf}$	$w_{fin, dc}$
K[2]	Ammen und Mutterkühe	suckler cows	sc	suckler cows	650 kg an^{-1}	
L[2]	Schlacht- und Mastkühe	cows for fattening and slaughtering	to sc			

LG: Lebendgewicht (live weight); weight 1: weight at the beginning of the respective period, weight 2: weight at the end of the respective period; w_{start}: variable start weight; w_{fin}: variable final weight

[1] From 2009 onwards, the threshold between category A and the categories B and C is 8 months. This is properly considered in the definition of animal numbers for the animal categories used in the inventory, see Chapters 4.4.1.1, 4.5.1.1 and 4.6.1.1.

[2] From 2008 on, the categories K and L are counted as a total. This approach is applied to all years from 1990 onwards.

Figure 4.1: Cattle, scheme of animal weight development



A to B: calves. Start weight A and final weight B fixed by definition.
B to C: heifers. Weight C: slaughter weight.
C to D: dairy cattle. Weight D: slaughter weight of dairy cattle.
B to E: male beef cattle. Weight E: slaughter weight of male beef cattle.

From 2008 onwards, official statistics use cattle-numbers taken from the HIT data base where all cattle animals are registered. The HIT data base does not contain information on the type of the use of animals (e.g. replacement *versus* fattening, see chapter 4 of the report on data quality, Fachserie 3, Reihe 4.1). The num-

Ab den Rinderzahlen für 2008 entnimmt das Statistische Bundesamt die Daten aus der HIT-Datenbank, in der alle Rinder erfasst werden. Allerdings enthält HIT keine Informationen der Nutzungsrichtung. Aus HIT können also die zur Erstellung des Emissionsinventars erforderlichen Tierzahlen der verschiedenen Rinderkate-

ber of dairy cows cannot be extracted directly from the HIT data base. A model estimate has to be performed to generate this number from the total cattle herd. However, the uncertainty of the results remains unknown.

It is assumed that the standard error of cattle numbers is comparable to that of the important pig subcategories (sows, weaners, fatteners), i.e. 2 %. 50 % of the 95 % confidence intervall amount to 4 % uncertainty. A normal distribution is assumed.

gorien nicht direkt entnommen werden. Sie werden mit Hilfe eines Schätzmodells aus der HIT-Rindergesamtzahl ermittelt. Der Fehler der dabei entsteht, ist nicht bekannt.

Daher wird für das Emissionsinventar angenommen, dass der Standardfehler der Rinderzahlen mit dem bei den wichtigen Schweinekategorien (Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine) vergleichbar ist, d. h. 2 %. Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt demnach 4 %. Es wird Normalverteilung angenommen.

4.1.2 Buffalo 1990 – 2012 / Büffel 1990 – 2012

The buffalo numbers included into the category of suckler cows for 1990 – 2012 (see Chapter 4.1) are based on data supplied by German Buffalo Society (THIELE M, personal communication) as no buffalo numbers have been counted by the Federal Statistical Office.

Buffalo numbers are known from the year 2000 onwards for each federal state. On the recommendation of the final report of the „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“ and in agreement with German Statistics, department VII A, the animal numbers were extrapolated on a national base to yield the respective data for the years previous to the year 2000. The process produced negative animal numbers for the years from 1990 to 1995 which were replaced by zero.

Die für die Modifikation der Mutterkuhzahl (siehe Kapitel 4.1) zwischen 1990 und 2012 benötigten Büffelzahlen beruhen auf Daten des Deutschen Büffelverbandes (THIELE M, pers. Mitteilung), da das Statistische Bundesamt für diese Jahre keine Büffelzahlen erhoben hat.

Die Daten liegen für einzelne Bundesländer und seit dem Jahr 2000 vor. Die Vervollständigung der Zeitreihe bis zurück zum Jahr 1990 erfolgte aufgrund der Empfehlung im Abschlussbericht zum „Initial Review under the Kyoto Protocol and Annual 2006 Review under the Convention“. Dabei wurden für die Jahre vor 2000 die nationalen Büffelzahlen in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt, Referat VII A, durch lineare Extrapolation berechnet. Für 1990 - 1995 ergaben sich rechnerisch negative Tierzahlen, die durch Nullen ersetzt wurden.

4.2 Emission factors for all cattle and buffalo / Emissionsfaktoren für alle Rinder und Büffel

4.2.1 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

In the emission inventory, the formation of methane from manure storage is characterized by two parameters (see Chapter 3.3.4.1): the animal-specific maximum methane formation capacity B_o and the storage-specific methane conversion factor *MCF*. *MCF* gives the fraction of B_o that is typically produced in the various storage systems.

For cattle, a national value for B_o is used (DÄMMGEN et al., 2012a), siehe Table 4.2.

Table 4.2 also shows the MCF values derived for the storage systems most frequent for cattle in Germany. The *MCF* values assumed according to DÄMMGEN et al. (2012a) are given in bold figures.

“Slurry with floating cover” (chaff or plastic film) is treated by a conservative approach i. e. by adopting the MCF of “slurry without natural crust”. The MCF values for deep bedding and pasture are provided by IPCC (2006)-10.44ff. For “sloped floor” no IPCC default MCF is available. Hence the value for “deep litter” is adopted.

Table 4.2 does not provide MCF values for anaerobic digestion of manure including storage of digestates. These MCF have to be calculated and are not constant (see Chapter 3.3.4.4.1).

Die Entstehung von Methan aus der Wirtschaftsdüngerlagerung wird im Emissionsinventar durch zwei Parameter charakterisiert (siehe Kapitel 3.3.4.1): die tierspezifische maximale Methan-Bildungsrate B_o und den lagerspezifischen Methan-Umwandlungsfaktor *MCF*, der angibt, welcher Anteil von B_o in den verschiedenen Lagerungssystemen tatsächlich produziert wird.

Für Rinder wird ein nationaler B_o-Wert verwendet (DÄMMGEN et al., 2012a), siehe Table 4.2.

Table 4.2 zeigt überdies für die in Deutschland bei Rindern häufigsten Lagerungsverfahren die *MCF*-Werte, wobei die nach DÄMMGEN et al. (2012a) angenommenen Werte fettgedruckt sind. Für „Gülle mit fester Abdeckung“ und „Gülle mit schwimmender Abdeckung“ (Strohhäcksel oder Folie) wurde konservativ der *MCF* von „Gülle ohne natürliche Schwimmdecke“ übernommen. Die Werte für Tiefstreu und Weide stammen aus IPCC (2006)-10.44ff. Für „Tretmist“ wurde mangels *MCF*-Angaben in IPCC der Wert für Tiefstreu angewendet.

Die *MCF*-Werte für die Wirtschaftsdünger-Vergärung incl. Gärrestelagerung sind in Table 4.2 nicht angegeben, da sie berechnet werden (siehe Kapitel 3.3.4.4.1) und nicht konstant sind.

Table 4.2: Cattle, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*)

Maximum methane producing capacity B_o	**Maximale Methanbildungs-Kapazität B_o**	**0.23**	**m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$**
Methane conversion factor *MCF*	**Methanumwandlungsfaktor *MCF***		
slurry (untreated)	Gülle (unbehandelt)		
slurry tank	Güllelager		
open tank (without natural crust)	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	**0.17**	m^3 m^{-3} CH_4
solid cover (incl. tent structures)	feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0.17	m^3 m^{-3} CH_4
natural crust	natürliche Schwimmdecke	**0.10**	m^3 m^{-3} CH_4
floating cover (chaff)	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0.17	m^3 m^{-3} CH_4
floating cover (plastic film)	schwimmende Abdeckung (Folie)	0.17	m^3 m^{-3} CH_4
underneath slatted floor > 1 month	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	**0.17**	m^3 m^{-3} CH_4
solid manure/heap (tied systems, loose housing[a])	Festmist/Misthaufen (Anbindehaltung, Laufstall[a])	**0.02**	m^3 m^{-3} CH_4
solid manure/heap (deep bedding, sloped floor)	Festmist/Misthaufen (Tiefstreu, Tretmist)	0.17	m^3 m^{-3} CH_4
pasture	Weide	0.01	m^3 m^{-3} CH_4

[a] loose housing other than deep bedding and sloped floor

Sources: see text

4.2.2 *NH_3 emission factors for housing and grazing / NH_3-Emissionsfaktoren für Stall und Weide*

Partial NH_3 emission factors were fixed for all relevant housing systems, cf. Table 4.3. They are based on absolute data provided by DÖHLER et al. (2002) and converted into TAN related data by DÄMMGEN et al. (2010a).

For the uncertainties of the emission factors see Chapter 4.2.5.

Die für die relevanten Stallsysteme angesetzten partiellen NH_3-Emissionsfaktoren beruhen auf absoluten Daten von DÖHLER et al. (2002), die von DÄMMGEN et al. (2010a) auf TAN-Bezug umgerechnet wurden, siehe Table 4.3.

Zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren siehe Kapitel 4.2.5.

Table 4.3: Cattle, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN)

Housing type		**Haltungssystem**		**Emission factor (kg kg^{-1})**
tied systems	slurry based	Anbindehaltung	güllebasiert	0.066 [a]
	straw based		strohbasiert	0.066 [a]
loose housing	slurry based	Laufstall	güllebasiert	0.197 [a]
	straw based		strohbasiert	0.197 [a]
fully slatted floor	slurry based	Vollspaltenboden	güllebasiert	0.099 [b]
deep bedding	straw based	Tiefstreu	strohbasiert	0.197 [a]
sloped floor	straw based	Tretmist	strohbasiert	0.213 [a]

[a] estimated according to DÖHLER et al. (2002), p 49, and DÄMMGEN et al. (2010a), p 97

[b] estimated according to DÖHLER et al. (2002), p 49, and DÄMMGEN et al. (2010a), p 97, UNECE (1999), Table 3

The NH_3 emission factors grazing can be found in the respective chapters describing the various cattle subcategories.

Die NH_3-Emissionsfaktoren für Weide finden sich in den entsprechenden Unterkapiteln der verschiedenen Rinder-Unterkategorien.

4.2.3 *NH_3 and N_2O emission factors for storage / NH_3- und N_2O-Emissionsfaktoren für die Lagerung*

Except for the anaerobic digestion of manure, the partial NH_3-N emission factors for the storage systems used in Germany are based on data of DÖHLER et. al. (2002, pg. 62f). They are valid for all subcategories of cattle and were converted to TAN-related emission factors, see DÄMMGEN et. al. (2010a) and Table 4.4.

According to IPCC (2006), the anaerobic digestion of manue represents a separate type of manure storage. This storage type, however, in the German methodology, consists of three compartments: pre-stoage, digester, storage of digestates. The effective emission factor of this combination is not a constant and must be calculated (see Chapter 3.3.4.4).

Mit Ausnahme der Vergärung von Wirtschaftsdünger beruhen die partiellen NH_3-N-Emissionsfaktoren für die in Deutschland üblichen Lagerverfahren auf Daten von DÖHLER et. al. (2002, S. 62f). Sie gelten für alle Rinder und wurden von DÄMMGEN et. al. (2010a) in TAN bezogene Emissionsfaktoren umgerechnet, siehe Table 4.4.

Die Vergärung von Wirtschaftsdünger wird nach IPCC (2006) als eigenständiger Lagertyp aufgefasst. Dieser umfasst im deutschen Inventar prinzipiell die drei Komponenten Vorlager, Fermenter und Gärrestelager. Der effektive Emissionsfaktor für diese Kombination ist nicht konstant und muss berechnet werden (siehe Kapitel 3.3.4.4).

Table 4.4: Cattle, partial emission factors for NH_3-N from storage (related to TAN)

Storage type	Lagerungsart	Emission factor (kg kg^{-1})
slurry (untreated)	Gülle (unbehandelt)	
slurry tank	Güllelager	
open tank (without natural crust)	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0.15 [a]
solid cover (incl. tent structures)	feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0.015 [b]
natural crust	natürliche Schwimmdecke	0.045 [b]
floating cover (chaff)	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0.030 [b]
floating cover (plastic film)	schwimmende Abdeckung (Folie)	0.023 [b]
underneath slatted floor > 1 month	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0.045 [a]
leachate, storage with solid cover	Jauche, Lagerung mit fester Abdeckung	0.013 [a]
solid manure/heap (tied systems, loose housing [d])	Festmist/Misthaufen (Anbindehaltung, Laufstall [d])	0.60 [a]
solid manure/heap (deep bedding, sloped floor)	Festmist/Misthaufen (Tiefstreu, Tretmist)	0.60 [a]

[a] estimated according to DÄMMGEN et al. (2010a)
[b] calculated according to DÖHLER et al. (2002), Table 3.14
[c] Assumption: Same emissiion factor as for storage of untreated slurry in open tanks
[d] loose housing other than deep bedding and sloped floor

According to IPCC (2006) there are two different categories of N_2O emissions from animal husbandry: Direct emissions from the compartments housing and storage, and indirect emissions. The German inventory considers only the indirect emissions due to deposition of reactive nitrogen that is a consequence of emissions of NH_3 and NO from the compartments housing and storage, see Chapter 3.3.4.3.6.

For direct N_2O Germany uses, as far as available, emission factors according to IPCC (2006). The N_2O emission factors used in the inventory represent the combined emissions from housing and storage. For floating cover consisting of chaff the emission factor of natural crust (0.005 kg kg^{-1} N) is used (worst-case assumption). This assumption has little impact on total N_2O emissions, as floating covers consisting of chaff are seldom.

Germany differentiates solid-manure systems according to whether they include solid-manure storage or use deep bedding. For solid manure an emission factor is used that was developed by VANDRÉ et al. (2012) and that was accepted, on 27 June 2012, by the KTBL working group "emission factors for animal husbandry" ("Emissionsfaktoren Tierhaltung") as an emission factor receiving national consensus: 0.013 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$. For deep bedding, the default value of IPCC (2006) is adopted: 0.01 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$.

Like for NH_3 (see above), the effective N_2O emission factor of anaerobic digestion of manure has to be calculated, see Chapter 3.3.4.4. It is not a constant.

Table 4.5 shows the emission factors used in the inventory for direct N_2O. They are related to the sum of N excreted and N input with bedding material.

According to IPCC (2006) the emission factor indirect N_2O due to deposition of reactive N from housing/storage is 0.01 kg kg^{-1}. It is to be applied to the amount of reactive N deposited.

Nach IPCC (2006) werden der Tierhaltung neben direkten N_2O-Emissionen aus dem Bereich Stall/Lager auch indirekte N_2O-Emissionen zugeordnet. Im deutschen Inventar werden dabei lediglich die indirekten Emissionen aufgrund der Deposition von reaktivem Stickstoff berücksichtigt, die auf die Emissionen von NH_3 und NO aus dem Bereich Stall/Lager zurückgeht. Siehe dazu auch Kapitel 3.3.4.3.6.

Die Emissionsfaktoren für direktes N_2O aus Stall/Lager wurden, soweit verfügbar, aus IPCC (2006) entnommen. Für eine schwimmende Abdeckung aus Häckseln wird der N_2O-Emissionsfaktor im Sinne einer worst-case-Annahme mit dem Emissionsfaktor für die natürliche Schwimmdecke gleichgesetzt (0,005 N_2O-N (kg N)$^{-1}$). Wegen geringer Verbreitung der Abdeckung aus Häckseln ist die Auswirkung auf die Gesamt-N_2O-Emissionen sehr gering.

Bei Festmistsystemen differenziert Deutschland nach Festmistlagerung und Tiefstreu. Für Festmist wird ein von VANDRÉ et al. (2012) erarbeiteter und durch die KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ am 27.06.2012 als nationaler Konsens akzeptierter Emissionsfaktor eingesetzt: 0,013 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$. Für Tiefstreu wird der Defaultwert von IPCC (2006) angewendet: 0,01 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$.

Für die Vergärung von Wirtschaftsdünger wird wie bei NH_3 (siehe oben) auch für N_2O der effektive Emissionsfaktor berechnet, siehe Kapitel 3.3.4.4. Er ist nicht konstant.

Table 4.5 gibt einen Überblick über die im Inventar verwendeten Emissionsfaktoren für direktes N_2O. Sie beziehen sich auf die Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem N.

Der Emissionsfaktor für indirekte N_2O-Emissionen aufgrund der Deposition von reaktivem N aus Stall/Lager ist nach IPCC (2006) 0,01 kg kg^{-1} (anzuwenden auf die Menge an reaktivem N).

Table 4.5: Cattle, partial emission factors for direct N_2O-N from housing and storage (applied to N_{excr} + N_{straw})

Storage type	Lagerungsart	Emission factor (kg kg^{-1})
slurry (untreated)	Gülle (unbehandelt)	
slurry tank	Güllelager	
open tank (without natural crust)	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0.000 [a]
solid cover (incl. tent structures)	feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0.005 [b]
natural crust	natürliche Schwimmdecke	0.005 [a]
floating cover (chaff)	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0.005 [c]
floating cover (plastic film)	schwimmende Abdeckung (Folie)	0.000 [d]
underneath slatted floor > 1 month	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0.002 [a]
leachate, storage with solid cover	Jauche, Lagerung mit fester Abdeckung	0.005 [e]
solid manure/heap (tied systems, loose housing[g])	Festmist/Misthaufen (Anbindehaltung, Laufstall[h])	0.013 [f]
solid manure/heap (deep bedding, sloped floor)	Festmist/Misthaufen (Tiefstreu, Tretmist)	0.010 [a]

[a] Source: IPCC(2006)-10.62 ff; for details see text
[b] Assumption: As there is no data on the frequencies of a natural crust below solid covers the worst case (natural crust) is assumed.
[c] Assumption (worst case) due to missing data: Floating covers produced by chaff act like natural crusts.
[d] Assumption: In contrast to natural crusts, plastic films do not allow for the formation of N_2O.
[e] Assumption: comparable to solid-covered storage of slurry
[f] Source: VANDRÉ et al. (2012)
[g] loose housing other than deep bedding and sloped floor

In accordance with Chapter 3.3.4.3.5, the emission factor for NO-N from housing/storage is assumed to be one tenth of the N_2O-N emissions factor, the emission factor for N_2 from housing/storage is estimated thrice the factor for N_2O. Again, the emission factors for NO and N_2 are related to the sum of nitrogen excreted and N input with bedding material.

For the uncertainties of the emission factors see Chapter 4.2.5.

Entsprechend Kapitel 3.3.4.3.5 wird der Emissionsfaktor für NO-N aus Stall/Lager mit einem Zehntel, der Emissionsfaktor für N_2 aus Stall/Lager mit dem Dreifachen des N_2O-N-Emissionsfaktors angesetzt. Die Emissionsfaktoren für NO und N_2 beziehen sich auf die Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem N.

Zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren siehe Kapitel 4.2.5.

4.2.4 Emissions factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung

The following Tables (Table 4.6 to Table 4.8) provide the partial emission factors used in the inventory for the spreading of cattle manure (DÖHLER et al., 2002). The emission reduction percentages listed in these tables refer to the reference system "broadcast" at air temperatures of 15° C.

No emission factors are available for the application of cattle manures after anaerobic digestion. For the calculations in the inventory the emission factors for untreated slurry were used instead (see Table 4.6). All emission factors Table 4.6 to Table 4.8 relate to TAN.

For the uncertainties of the emission factors see Chapter 4.2.5.

Die nachfolgenden Tabellen (Table 4.6 bis Table 4.8) beinhalten die im Inventar für Rinder eingesetzten partiellen Emissionsfaktoren für die Wirtschaftsdünger-Ausbringung (DÖHLER et al., 2002). Die Emissionsminderungen beziehen sich auf das Referenzsystem „Breitverteiler" bei einer Lufttemperatur von 15° C.

Für die Ausbringung von Gärresten aus der Vergärung von Rindergülle und –mist sind keine Emissionsfaktoren verfügbar. Daher wurden für die Inventarberechnung die Emissionsfaktoren für die Ausbringung von unbehandelter Gülle (siehe Table 4.6) übernommen. Alle Faktoren in Table 4.6 bis Table 4.8 beziehen sich auf TAN.

Zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren siehe Kapitel 4.2.5.

Table 4.6: Cattle, NH_3-N emission factors for application of slurry and digested manure (related to TAN)

Application type	Ausbringungstechnik	Emission factor (kg kg^{-1}) [a]
broadcast, without incorporation	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	0.50
broadcast, incorporation ≤ 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 1 h	0.10
broadcast, incorporation ≤ 4 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 4 h	0.26
broadcast, incorporation ≤ 6 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 6 h	0.35
broadcast, incorporation ≤ 8 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 8 h	0.40
broadcast, incorporation ≤ 12 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 12 h	0.43
broadcast, incorporation ≤ 24 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 24 h	0.46
broadcast, incorporation ≤ 48 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 48 h	0.50
broadcast, vegetation	Breitverteiler, Vegetation	0.50
broadcast, grassland	Breitverteiler, Grünland	0.60
trailing hose, without incorporation	Schleppschlauch, ohne Einarbeitung	0.46
trailing hose, incorporation ≤ 1 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 1 h	0.04
trailing hose, incorporation ≤ 4 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 4 h	0.15
trailing hose, incorporation ≤ 6 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 6 h	0.20
trailing hose, incorporation ≤ 8 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 8 h	0.24
trailing hose, incorporation ≤ 12 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 12 h	0.30
trailing hose, incorporation ≤ 24 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 24 h	0.39
trailing hose, incorporation ≤ 48 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 48 h	0.46
trailing hose, short vegetation	Schleppschlauch, kurze Vegetation	0.50
trailing hose, beneath vegetation	Schleppschlauch, unterhalb der Vegetation	0.35
trailing hose, grassland	Schleppschlauch, Grünland	0.54
trailing shoe	Schleppschuh	0.36
injection (open slot)	Schlitzverfahren (offener Schlitz)	0.24
grubber and injection	Güllegrubber und Injektionsverfahren	0.05 [b]

[a] The emission factors are calculated from Table 3.18 and pg. 69 in DÖHLER et al. (2002), except for broadcast, vegetation (worst case assumption of "no reduction" as no standard emission factor available), broadcast or trailing hose with incorporation within 8 h (emission reduction factors estimated in agreement with KTBL).
[b] calculated from data in DÖHLER et al. (2002), pg. 69

Table 4.7: Cattle, NH_3-N emission factors for application of leachate ("Jauche") (related to TAN)

Application type	Ausbringungstechnik	Emission factor (kg kg^{-1})
broadcast, without incorporation	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	0.20 [a]
broadcast, incorporation ≤ 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 1 h	0.02 [a]
broadcast, incorporation ≤ 4 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 4 h	0.07 [a]
broadcast, incorporation ≤ 8 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 8 h	0.116 [b]
broadcast, incorporation ≤ 12 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 12 h	0.144 [b]
broadcast, vegetation	Breitverteiler, Vegetation	0.20 [a]
broadcast, grassland	Breitverteiler, Grünland	0.20 [a]
trailing hose, without incorporation	Schleppschlauch, ohne Einarbeitung	0.18 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 1 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 1 h	0.01 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 4 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 4 h	0.05 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 8 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 8 h	0.09 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 12 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 12 h	0.12 [b]
trailing hose, vegetation	Schleppschlauch, Vegetation	0.10 [b]
trailing hose, grassland	Schleppschlauch, Grünland	0.14 [c]
trailing shoe	Schleppschuh	0.08 [c]
injection (open slot)	Schlitzverfahren (offener Schlitz)	0.04 [c]
grubber and injection	Güllegrubber und Injektionsverfahren	0.02 [d]

[a] DÖHLER et al. (2002), Table 3.20
[b] emission factors estimated in agreement with KTBL, based on a emission decay curve as function of the duration of incorporation similar to that of pig slurry (see DÖHLER et al., 2002, Table 3.19)
[c] estimated with the respective emission reduction factor for pig slurry (DÖHLER et al., 2002, Table 3.19)
[d] calculated from data in DÖHLER et al. (2002), pg. 69

Table 4.8: Cattle, NH_3-N emission factors for application of solid manure (FYM) (related to TAN)

Application type	Ausbringungstechnik	Emission factor (kg kg^{-1})
broadcast, without incorporation	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	0.90 [a]
broadcast, incorporation ≤ 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 1 h	0.09 [a]
broadcast, incorporation ≤ 4 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 4 h	0.45 [a]
broadcast, incorporation ≤ 8 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 8 h	0.72 [b]
broadcast, incorporation ≤ 12 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 12 h	0.81 [b]
broadcast, incorporation ≤ 24 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 24 h	0.90 [a]
broadcast, incorporation ≤ 48 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 48 h	0.90 [a]

[a] calculated according to DÖHLER et al. (2002), Table 3.24
[b] estimated from data in DÖHLER et al. (2002), Table 3.24, in agreement with KTBL

4.2.5 Uncertainties of the nitrogen emission factors / Unsicherheiten der Stickstoff-Emissionsfaktoren

The uncertainty (standard error) of the NH_3 emission factors is unknown. According to Chapter 14.5 it is assumed to be 30 % (normal distribution).

Chapter 14.5 decribes the calculation of the uncertainty of the aggregated NH_3 emission factor (IEF) for the entire manure management (Housing, storage, spreading).

For the uncertainties of the N_2O emission factor see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Die Unsicherheit (Standardfehler) der NH_3-Emissionsfaktoren ist nicht bekannt. Sie wird nach Kapitel 14.5 mit 30 % angenommen (bei Normalverteilung).

Die Ableitung der Unsicherheit des aggregierten NH_3 Emissionsfaktors (IEF) für das gesamt Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager, Ausbringung) wird in Kapitel 14.5 beschrieben.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

4.3 Dairy cows / Milchkühe

The subcategory "dairy cows" comprises lactating cows and cows in calf.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 4.9.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Die Kategorie „Milchkühe" fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 4.9. zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 4.9: Dairy cows, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	3	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	3	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

4.3.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.3.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Länder (STATLA C III 1 – vj 4), see category J in Table 4.1. Animal numbers of cattle are provided by the Federal Statistical Office on federal-state level (Statistisches Bundesamt, Fachserie 3, Reihe 4.1). For the uncertainties of the animal numbers see Chapter 4.1.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (STATLA C III 1 – vj 4), siehe Kategorie J in Table 4.1. Die Rinderzahlen auf Bundeslandebene werden vom Statistischen Bundesamt veröffentlicht (Fachserie 3, Reihe 4.1). Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Kapitel 4.1.

4.3.1.2 *Milk yield and composition / Milchleistung und Milchinhaltsstoffe*

For dairy cows, the most important performance criterion is milk yield (Y_M). In general, mean milk yields are available for 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2001 and 2003 for each single German district (STATLA C III 3). If data is not available for a district, the mean milk yield of the respective federal state is taken instead. From 2004 onwards, district data are no longer available; the mean milk yield of the federal state is used for all respective districts (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 4.2.2; BLE, 2012).

Mean milk yields for the federal stats are compiled in Table 4.10. As the table size does not allow to present the complete timeseries, every other year is omitted in the 1990ies. The table also shows the calculated mean milk yield on national level.

Wesentliches Leistungskriterium bei Milchkühen ist die Milchleistung (Y_M). Mittlere jährliche Milchleistungen sind für 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2001 und 2003 im Regelfall für jeden Kreis verfügbar (STATLA C III 3). Fehlen die Kreisdaten in diesen Jahren wird die mittlere jährliche Milchleistung des Bundeslandes übernommen. In den Jahren dazwischen wird linear interpoliert. Ab 2004 wird für jeden Kreis die mittlere jährliche Milchleistung des Bundeslandes verwendet (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 4.2.2; BLE, 2012).

Die mittleren Milchleistungen sind für die einzelnen Bundesländer in Table 4.10 zusammengestellt (zusammen mit dem für Deutschland berecheten Mittelwert). Aus Platzgründen wurde in den nachfolgenden Tabellen in den 1990er Jahren jedes zweite Jahr weggelassen.

Table 4.10: Dairy cows, milk yield (in kg an^{-1} a^{-1}) (statistical data)

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	4208	4621	4739	4929	5024	5243	5409	5518	5783	5809	5868	5884	6089	6082	6198	6246	6581	6768	6763
BY	4500	4820	4795	4929	5112	5320	5433	5613	5791	5814	5931	6101	6261	6017	6072	6205	6420	6513	6513
BB	4204	4654	5079	5577	6206	6823	7123	7353	7582	7582	7976	7952	8200	8331	8252	8353	8657	8487	8534
HE	5066	4525	5324	5586	5857	6292	6613	6483	6356	6473	6651	6736	6735	6478	6768	6672	6943	6938	6944
MV	4176	4803	5033	5722	6317	6853	7142	7259	7503	7625	7748	7995	8210	8239	8374	8251	8337	8419	8529
NI	5903	6055	6174	6354	6595	6742	6772	6859	6945	6909	7233	7144	7080	6989	7249	7494	7576	7673	7704
NW	5201	5466	5746	6031	6313	6529	6603	6775	6948	7055	7188	7387	7395	7096	7354	7445	7614	7591	7628
RP	4395	5096	5122	5573	5603	5869	5957	5968	6241	6386	6531	6548	6554	6422	6688	6831	7105	6963	6990
SL	4808	5159	5188	5447	5392	5696	5866	6028	6160	6422	6431	6520	6561	6260	6391	6388	6624	6304	6340
SN	4380	5000	5274	5593	6176	6869	7204	7387	7683	7652	8016	8107	8279	8398	8446	8533	8585	8967	8977
ST	4006	5286	5464	5910	6585	7053	7194	7329	7466	7574	7912	7936	7946	8262	8395	8277	8489	8636	8708
SH	4881	5253	5393	5708	5820	6107	6336	6540	6744	6746	6827	6976	7012	6850	7084	7237	7026	6993	7031
TH	4267	4972	5112	5613	6224	6878	7543	7151	7370	7594	7818	7892	8078	8216	8401	8460	8616	8952	8970
StSt	5364	5329	6132	5760	6264	6120	6760	6924	7035	6888	7157	7126	7292	6986	8054	7413	8047	7486	7486
Germany	4719	5112	5258	5520	5789	6077	6239	6356	6542	6582	6765	6849	6945	6821	6975	7083	7240	7323	7352

Source: STATISTISCHES BUNDESAMT. Fachserie 3: Reihe 4.2.2 Milcherzeugung und –verwendung; BLE (2014)

Table 4.11: Dairy cows, fat content of milk (in % of mass) (statistical data)

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	4.04	4.10	4.15	4.17	4.17	4.14	4.29	4.17	4.18	4.22	4.20	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.14	4.16	4.16
BY	4.06	4.11	4.14	4.19	4.22	4.20	4.24	4.24	4.23	4.25	4.21	4.19	4.20	4.19	4.19	4.18	4.15	4.18	4.18
BB		4.35	4.43	4.32	4.24	4.17	4.13	4.08	4.10	4.16	4.07	3.93	4.05	3.99	4.00	4.04	3.97	3.97	3.97
HE	4.07	4.17	4.21	4.28	4.27	4.24	4.36	4.23	4.21	4.24	4.19	4.19	4.16	4.16	4.17	4.17	4.14	4.14	4.11
MV		4.38	4.43	4.41	4.33	4.26	4.32	4.13	4.15	4.16	4.09	4.10	4.10	4.06	4.10	4.12	4.09	4.11	4.10
NI	4.17	4.22	4.28	4.33	4.27	4.27	4.39	4.22	4.22	4.25	4.20	4.20	4.19	4.17	4.16	4.19	4.15	4.16	4.12
NW	4.11	4.14	4.15	4.20	4.21	4.19	4.32	4.17	4.15	4.19	4.12	4.14	4.15	4.12	4.11	4.13	4.11	4.07	4.10
RP	4.12	4.15	4.20	4.22	4.27	4.21	4.32	4.21	4.19	4.22	4.19	4.18	4.17	4.16	4.17	4.17	4.14	4.14	4.11
SL																			
SN		4.41	4.49	4.45	4.36	4.29	4.37	4.17	4.14	4.19	4.10	4.07	4.11	4.15	4.06	4.05	4.02	4.01	4.02
ST		4.37	4.41	4.36	4.25	4.18	4.29	4.07	4.04	4.10	4.01	4.00	4.06	3.99	3.99	4.04	3.98	3.95	3.98
SH	4.16	4.27	4.27	4.33	4.28	4.30	4.42	4.37	4.24	4.22	4.21	4.25	4.24	4.23	4.27	4.27	4.26	4.24	4.22
TH		4.35	4.38	4.33	4.32	4.19	4.26	4.09	4.05	4.10	4.04	4.00	4.04	4.00	4.01	4.03	3.97	3.96	4.02
Germany	4.09	4.20	4.24	4.27	4.25	4.22	4.23	4.20	4.19	4.22	4.17	4.16	4.16	4.14	4.15	4.16	4.13	4.13	4.12

Source: ZMP, various years; MLUR-BB (2007); ZMB (2009); AMI, Markt Bilanz Milch (2011 - 2014)

Milk fat contents are available for single German Federal States. They are listed in Table 4.11. Milk protein contents are shown in Table 4.12.

The missing data for the New Länder and the year 1990 were replaced with the respective data for 1991.

Data for Saarland were taken from the respective data set for Rheinland-Pfalz. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

Die mittleren Milchfett-Gehalte sind für die einzelnen Bundesländer in Table 4.11 zusammengestellt, die mittleren Milcheiweiß-Gehalte in Table 4.12.

Die fehlenden Daten für die Neuen Bundesländer im Jahr 1990 wurden durch Daten aus 1991 ersetzt.

Die Daten für das Saarland wurden insgesamt durch Daten aus Rheinland-Pfalz ersetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Table 4.12: Dairy cows, protein content of milk (in % of mass) (statistical data)

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	3.33	3.37	3.43	3.46	3.39	3.39	3.42	3.40	3.41	3.44	3.43	3.40	3.42	3.40	3.40	3.41	3.40	3.41	3.40
BY	3.35	3.38	3.36	3.39	3.45	3.46	3.48	3.47	3.48	3.49	3.47	3.46	3.48	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47
BB		3.42	3.46	3.49	3.48	3.47	3.45	3.46	3.46	3.46	3.44	3.41	3.40	3.38	3.38	3.40	3.37	3.37	3.37
HE	3.30	3.32	3.31	3.35	3.36	3.35	3.38	3.37	3.37	3.39	3.39	3.37	3.38	3.38	3.38	3.39	3.38	3.38	3.37
MV		3.42	3.50	3.50	3.47	3.46	3.47	3.44	3.45	3.43	3.42	3.39	3.41	3.38	3.40	3.41	3.39	3.39	3.38
NI	3.29	3.29	3.30	3.37	3.35	3.37	3.38	3.38	3.40	3.39	3.40	3.38	3.40	3.40	3.41	3.41	3.38	3.40	3.38
NW	3.34	3.32	3.32	3.35	3.33	3.35	3.35	3.36	3.37	3.38	3.37	3.37	3.40	3.39	3.40	3.42	3.39	3.37	3.38
RP	3.28	3.33	3.34	3.36	3.34	3.32	3.34	3.35	3.36	3.37	3.37	3.37	3.39	3.38	3.38	3.39	3.38	3.38	3.37
SL																			
SN		3.38	3.46	3.48	3.47	3.47	3.46	3.45	3.45	3.44	3.42	3.40	3.41	3.41	3.40	3.40	3.38	3.39	3.39
ST		3.42	3.46	3.50	3.47	3.45	3.45	3.43	3.43	3.42	3.42	3.38	3.40	3.40	3.40	3.42	3.40	3.38	3.39
SH	3.32	3.36	3.43	3.40	3.39	3.41	3.43	3.42	3.43	3.39	3.41	3.39	3.42	3.40	3.43	3.41	3.39	3.40	3.39
TH		3.38	3.43	3.45	3.46	3.42	3.41	3.41	3.41	3.42	3.42	3.39	3.41	3.39	3.39	3.39	3.39	3.41	3.42
Germany	3.32	3.35	3.39	3.42	3.41	3.41	3.42	3.42	3.43	3.43	3.42	3.40	3.43	3.41	3.42	3.42	3.41	3.41	3.41

Source: ZMP Milch, various years; MLUR-BB (2007); ZMB (2009); AMI, Markt Bilanz Milch (2011 - 2014)

4.3.1.3 *Animal weights / Tiergewichte*

Start and final animal weight are the necessary data to estimate the emissions from dairy cows. The start weight of dairy cows is equivalent to the final live weight of heifers, see Chapter 4.5.1.2.1.

The final live weight of dairy cows is calculated with the following equation provided by DÄMMGEN et al. (2010a) where the carcass weight is used as proxy data (for the definition of the term "carcass weight" see Chapter 3.1.2).

Für die Emissionsberechnung der Milchkühe sind das Anfangsgewicht und das Lebendendgewicht von Bedeutung. Das Anfangsgewicht der Milchkühe entspricht dem Lebendendgewicht der Färsen, siehe Kapitel 4.5.1.2.1.

Das Lebendendgewicht der Milchkühe berechnet sich mittels einer von DÄMMGEN et al. (2010a) angegebenen Gleichung aus dem nach BUNDESGESETZBLATT 2008 Teil I Nr. 52 definierten Schlachtgewicht (siehe Kapitel 3.1.2):

$$w_{\text{fin, dc}} = a + b \cdot w_{\text{dc, cw}} \qquad \textbf{(4.1)}$$

$w_{\text{fin, dc}}$	final live weight of dairy cows (in kg an^{-1})
a	constant (a = 221 kg an^{-1})
b	coefficient (b = 1.46 kg kg^{-1})
$w_{\text{dc, cw}}$	carcass weight of dairy cows (in kg an^{-1})

The carcass weights of dairy cows are compiled in Table 4.13.

Die Schlachtgewichte von Milchkühen sind in Table 4.13 zusammengestellt.

Table 4.13: Dairy cows, carcass weights (in kg an^{-1})

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	283	284	286	288	293	296	306	304	305	305	308	309	312	309	307	311	310	308	307
BY	299	299	306	302	306	312	317	315	318	318	321	320	323	319	322	325	322	321	321
BB		250	259	264	270	275	281	280	284	284	278	278	273	266	269	272	277	274	272
HE	278	282	257	251	255	268	263	267	281	284	292	290	287	266	276	281	305	304	302
MV		250	253	255	256	262	273	273	275	272	270	267	271	270	269	272	277	274	272
NI	280	285	290	287	287	295	303	298	300	296	299	299	300	294	294	298	297	293	290
NW	279	280	281	281	283	286	290	288	288	289	291	292	295	289	289	295	298	296	293
RP	272	279	286	283	278	280	282	281	282	280	281	282	283	280	280	285	287	285	278
SL	293	290	234	228	261	277	294	294	305	301	299	302	301	297	308	307	305	304	303
SN		245	250	249	256	259	268	272	276	273	270	272	274	270	275	278	278	276	275
ST		241	260	258	264	275	287	200	262	263	263	262	275	220	275	276	276	275	275
SH	283	287	293	289	293	300	307	304	303	298	301	303	306	301	304	307	303	299	296
TH		249	263	261	266	272	271	271	269	269	270	272	274	272	275	277	277	275	275

Source: Calculated from data in STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3: Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung; STATISTISCHES BUNDESAMT, GENESIS-Online Datenbank

The mean animal live weight w of a dairy cow is assumed as the arithmetic mean of her start weight and her final live weight.

Das mittlere Gewicht w einer Milchkuh wird als das arithmetische Mittel aus Anfangs- und Lebendendgewicht angenommen.

The missing data for the New Länder and the year 1990 were replaced with the respective data for 1991. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin those from Brandenburg.

Für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern werden die Daten von 1991 eingesetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

4.3.1.4 *Animal weight gains / Tiergewichtszunahmen*

The relevant weight gain is calculated using the final live weight of cows and the final live weigth of heifers (see Chapter 4.5.1.2.2). The weight gain rate is derived from the weight gain by dividing it by the timespan between the age of slaughtering and the age of first calving.

Als relevante Gewichtszunahme wird die Differenz zwischen dem Lebendendgewicht der Färsen (siehe Kapitel 4.5.1.2.2) und dem Lebendendgewicht der Milchkühe angesehen. Die Zunahmerate wird aus dieser Gewichtsdifferenz und der Zeit zwischen Kalbealter und Schlachtalter berechnet.

$$\frac{\Delta w_{\mathrm{dc}}}{\Delta t} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{w_{\mathrm{fin,\,dc}} - w_{\mathrm{fin,\,bf}}}{\tau_{\mathrm{fin,\,dc}} - \tau_{\mathrm{calf}}} \qquad \textbf{(4.2)}$$

$\Delta w_{dc}/\Delta t$	weight gain rate of dairy cows, averaged over lifetime (in kg an^{-1} d^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$w_{fin,\,dc}$	final live weight of dairy cows (in kg an^{-1})
$w_{fin,\,bf}$	final live weight of heifers (in kg an^{-1})
$\tau_{fin,\,dc}$	slaughter age of dairy cows (in a)
τ_{calf}	age at first calving (in a)

The ages of first calving (τ_{calf}) and of slaughtering (τ_{fin}) are published by ADR and taken from their annual reports (ADR, 1993 ff). These data originate from sample surveys. There is no differentiation between Federal States or animal races. The data used in the inventory is compiled in Table 4.14. Data gaps occuring in the early 1990s were not closed by interpolation, thus avoiding implausible trends. Instead they were closed by backward continuation. Data gaps at the end of the time series were treated accordingly.

Erstkalbealter (τ_{calf}) und Schlachtalter (τ_{fin}) werden ADR-Mitteilungen entnommen (ADR, 1993 ff). Die Zahlen entstammen Stichproben. Eine Differenzierung nach Bundesländern oder Rassen ist nicht verfügbar. Die im Inventar verwendeten Daten sind in Table 4.14 zusammengestellt. Datenlücken zu Beginn der 1990er Jahre wurden zur Vermeidung von unplausiblen Tendenzen nicht durch Extrapolation, sondern durch rückwärts gerichtete Fortschreibung gefüllt. Analog wurde mit den Datenlücken am Ende der Zeitreihen verfahren.

Table 4.14: Dairy cows, slaughter ages, ages at first calving and resulting life spans (in a)

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
τ_{fin}	*5.70*	*5.70*	5.60	5.70	5.50	5.40	5.40	5.40	5.30	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40	5.30	5.40
τ_{calf}	*2.55*	2.55	2.55	2.50	2.51	2.50	2.51	2.48	2.47	2.46	2.45	2.43	2.39	2.39	2.38	2.38	2.38	2.36	2.35
Δt	*3.15*	*3.15*	3.05	3.20	2.99	2.90	2.89	2.93	2.83	2.94	2.95	2.98	3.01	3.01	3.02	3.03	3.03	2.94	3.05

τ_{calv}: age of first calving; τ_{fin}: age of slaughtering; Δt: resulting life span.
Data based on gap closure are printed in italics.

Source: ADR, 1993 ff, Tables 61a, 48 or 4.9 (τ_{calv}), Tables 68a, 53 or 4.14 (τ_{fin})

4.3.1.5 *Pregnancy / Trächtigkeit*

The share of pregnant dairy cows is published in ADR (1993 ff). A complete timeseries covering all Federal States can be obtained. This data was provided for emission reporting on an informative basis. However, it was not used for reporting.

Der Anteil trächtiger Milchkühe wird ADR (1993 ff) entnommen. Es ergibt sich eine vollständige Zeitreihe für alle Bundesländer. Diese Daten werden informationshalber zur Berichterstattung bereitgestellt, aber nicht für die Emissionsberechnung benötigt.

4.3.1.6 *Duration of calving interval, lactation period, and dry period / Dauer von Zwischenkalbezeit, Laktationsperiode und Trockenstehzeit*

The method to calculate the energy requirements and the respective feed intake of a dairy cow is based on the cycle defined by the duration of the interval between calvings and its performance-based partitioning.

Die Berechnung des Energiebedarfs einer Milchkuh sowie der damit verbundenen Futteraufnahme baut auf dem durch die Zwischenkalbezeit vorgegebenen Zyklus und dessen leistungsorientierter Unterteilung auf. Da

In general, the duration of the interval between calvings does not equal one year. Hence, the year-based inventory calculations require a normalization of energy requirements and respective feed intake with respect to one year.

The durations of lactation period and dry period add up to the duration of the interval between calvings:

die Dauer der Zwischenkalbezeit i. d . R nicht einem Jahr entspricht, ist für die in Jahresschritten erfolgende Inventarberechnung eine Umrechnung von Energiebedarf und Futteraufnahme auf ein Jahr erforderlich (siehe Kapitel 4.3.2.9 und 4.3.3.2).

Die Zwischenkalbezeit setzt sich aus der Dauer der Laktationsperiode und der Dauer der Trockenstehzeit zusammen:

$$t^*_{\mathrm{ibc}} = t^*_{\mathrm{lact}} + t^*_{\mathrm{dry}} \qquad \textbf{(4.3)}$$

t^*_{ibc}	duration of interval between calvings (calving interval) (in d)
t^*_{lact}	duration of lactation period (in d)
t^*_{dry}	duration of dry period (in d)

The duration of the calving interval can be related to the milk yield (DÄMMGEN et al., 2009b, Figure 2 and Equation (53)):

Die Dauer der Zwischenkalbezeit kann als Funktion der Milchleistung ausgedrückt werden (DÄMMGEN et al., 2009b, Abbildung 2 und Gleichung (53)):

$$t^*_{\mathrm{ibc}} = a + b \cdot Y_{\mathrm{M}} \qquad \textbf{(4.4)}$$

t^*_{ibc}	duration of interval between calvings (calving interval) (in d)
a	constant (a = 346.4 d)
b	coefficient (b = 0.00769 d (kg cow^{-1} a^{-1})$^{-1}$)
Y_{M}	annual milk yield (in kg cow^{-1} a^{-1}), see Chapter 4.3.1.2

The duration of the dry period t^*_{dry} is assumed to 6 weeks or 42 days (reflecting the data in Table 1.4.2 in GFE, 2001, pg. 23).

Hence, the duration of the lactation period t^*_{lact} follows from the difference of the calving interval t^*_{ibc} and the duration of the dry period t^*_{dry}.

Die Dauer der Trockenstehzeit t^*_{dry} wird nach Tabelle 1.4.2 in GFE (2001), S. 23, mit 6 Wochen bzw. 42 Tagen angenommen.

Somit ergibt sich die Laktationsdauer t^*_{lact} aus der Differenz von Zwischenkalbezeit t^*_{ibc} und Trockenstehzeit t^*_{dry}.

4.3.2 Energy requirements / Energiebedarf

The subsequent chapters describe the derivation of the total energy requirements of a dairy cow based on the various details of animal performance. In preparation of the calculation of feed intake in Chapter 4.3.3, Chapter 4.3.2.9 gives a description of the partitioning of the total energy requirements into the shares required for the lactation period and the dry period (for lactation period and dry period see Chapter 4.3.1.6).

In den nachfolgenden Kapiteln wird der Gesamtenergiebedarf der Milchkuh aus den verschiedenen tierischen Leistungsmerkmalen abgeleitet. In Kapitel 4.3.2.9 erfolgt zur Vorbereitung der Futteraufnahmeberechnung in Kapitel 4.3.3 eine Aufteilung des Gesamtenergiebedarfs in die Anteile für Laktationsperiode und Trockenstehzeit (zu Laktationsperiode und Trockenstehzeit siehe Kapitel 4.3.1.6).

4.3.2.1 *The NEL system / Das NEL System*

The unit used in Germany to describe feed properties in dairy cow feeding is NEL (Net Energy Lactation). This system is the basis for the calculation of the energy and feed requirements of dairy cows. It is alos used in the inventory model GAS-EM. The procedure is equivalent to the net energy system (NE system) used in the moethodology described in IPCC (2006).

Irrespective of the literal meaning of the words, the net energy for lactation concept expresses the net energies for *all* processes in this unit.

If a partial energy demand is given in ME units instead of NEL units, a conversion is possible by the subsequent equation according to VAN ES (1975) (see GFE, 2001, pg. 19):

Die in Deutschland verwendete Einheit zur Beschreibung der Futtereigenschaften in der Milchviehfütterung ist die Netto-Energie-Laktation (NEL). Dieses System ist Grundlage für die Berechnung von Milchkuh-Energiebedarf und -Fütterung auch im Inventarmodell GAS-EM. Die Vorgehensweise ist dabei analog zu dem IPCC (2006) verwendeten Netto-Energie-System (NE-System).

Ungeachtet der wörtlichen Bedeutung des Begriffs „Netto-Energie-Laktation“ werden die Netto-Energien aller Einzelprozesse in dieser Einheit angegeben.

Liegt ein Teilenergiebedarf in ME- statt in NEL- Einheiten vor, kann nach VAN ES (1975) (siehe GFE, 2001, S. 19) wie folgt eine Umrechnung vorgenommen werden:

$$NEL = (a + b \cdot X_{\mathrm{ME}}) \cdot ME \quad \textbf{(4.5)}$$

NEL	net energy for lactation (in MJ NEL)
ME	metabolizable energy (in MJ ME)
a	constant (a = 0.4632 MJ MJ^{-1})
b	constant (b = 0.24 MJ MJ^{-1})
X_{ME}	metabolizability (assumed: X_{ME} = 0.60 MJ MJ^{-1})

4.3.2.2 *Overall annual NEL requirements /JährlicherGesamt-NEL-Bedarf*

The overall annual NEL requirements are given by:

Für den gesamten jährlichen NEL-Bedarf ergibt sich:

$$NEL_{\mathrm{tot}} = \alpha \cdot (nel_{\mathrm{m}} + nel_{\mathrm{f}} + nel_{\mathrm{lc}} + nel_{\mathrm{d}} + nel_{\mathrm{p}} + nel_{\mathrm{g}}) \quad \textbf{(4.6)}$$

NEL_{tot}	annual NEL required (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
nel_m	mean daily net energy required for maintenance (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
nel_f	mean daily net energy needed to obtain food (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
nel_{lc}	mean daily net energy requirements for lactation (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
nel_d	mean daily net energy required for draft power (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
nel_p	mean daily net energy required for pregnancy (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
nel_g	mean daily net energy required for growth (in MJ cow^{-1} d^{-1})

4.3.2.3 *NEL requirement for maintenance / NEL-Bedarf für Erhaltung*

The mean daily NEL requirements for maintenance are obtained as follows (GFE, 2001, pg. 20):

Der mittlere tägliche NEL-Bedarf für Erhaltung wird wie folgt (GFE, 2001, S. 20) berechnet:

$$nel_{\mathrm{m}} = \eta_{\mathrm{nel,\,m}} \cdot w_{\mathrm{unit}} \cdot \left(\frac{w}{w_{\mathrm{unit}}}\right)^{0.75} \quad \textbf{(4.7)}$$

nel_m	mean daily net energy required for maintenance (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
$\eta_{nel,\,m}$	constant ($\eta_{nel,\,m}$ = 0.364 MJ kg^{-1} d^{-1} NEL) (see discussion in DÄMMGEN et al., 2009b, Chapter 3.2.1)
w_{unit}	unit value of animal weight (w_{unit} = 1 kg cow^{-1})
w	animal weight averaged over lifetime (in kg cow^{-1}), see Chapter 4.3.1.3

4.3.2.4 *NEL requirement to obtain feed / NEL-Bedarf für die Nahrungsaufnahme*

According to IPCC (2006)-10.16, the mean daily NEL requirements to obtain feed are assumed to be proportional to the NEL requirements for maintenance. The calculation considers the duration of grazing time:

In Anlehnung an IPCC (2006)-10.16 wird der mittlere tägliche NEL-Bedarf für Nahrungsaufnahme proportional zum NEL-Bedarf für Erhaltung berechnet. Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung der Weidezeiten:

$$nel_{\mathrm{f}} = nel_{\mathrm{m}} \cdot [c_{\mathrm{house}} \cdot (1 - f_{\mathrm{graz}}) + c_{\mathrm{pasture}} \cdot f_{\mathrm{graz}}] \quad \textbf{(4.8)}$$

nel_f	mean daily net energy needed to obtain food (in analogy to IPCC) (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
nel_m	mean daily net energy required for maintenance (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL), see Chapter 4.3.2.3
c_{house}	coefficient for housing (c_{house} = 0.00; IPCC(2006)-10.17, Table 10.5)
f_{graz}	weighting factor ($0 \le f_{graz} \le 1$), see Chapter 4.3.8.5.1
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$c_{pasture}$	coefficient for pasture ($c_{pasture}$ = 0.17; IPCC(2006)-10.17, Table 10.5)

4.3.2.5 *NEL requirements for lactation / NEL-Bedarf für Laktation*

In contrast to IPCC (2006), the approach proposed includes the energy requirements for the synthesis of milk protein, see GFE (2001, pg. 21f), Equation 1.4.3.

DÄMMGEN et al. (2009b) Chapter 3.2.3, introduced an additional correction factor *a* = 1.04 to reflect that the

Anders als IPCC (2006) berücksichtigt die Berechnung des NEL-Bedarfs für Laktation den Aufwand für die Milcheiweiß-Synthese (GFE, 2001, S. 21 f, Gl. 1.4.3).

DÄMMGEN et al. (2009b), Kapitel 3.2.3, führten einen zusätzlichen Korrekturfaktor *a* = 1,04 ein zum Ausgleich

inventory uses temporal means of milk yield, milk fat and milk protein contents. However, a revision of the derivation of Equation 1.4.2 in GFE (2001) suggests that the effects of the use of means is already implicit. Hence, from the 2011 submission onwards a factor a = 1.00 is used in agreement with GFE (2001), pg. 21 et seq.

dafür, dass mit zeitlich gemittelten Werten von Milchleistung, Fett- und Eiweißgehalt gerechnet wird. Eine Neueinschätzung der Ableitung der Koeffizienten in Gleichung 1.4.3 in GFE (2001) legt aber den Schluss nahe, dass die Mittelungseffekte bereits implizit in den Regressionskoeffizienten enthalten sind. Daher wird ab Submission 2011 mit a = 1,00 und damit konform zu GFE (2001), S. 21 f, gerechnet.

$$nel_{\mathrm{lc}} = \frac{Y_{\mathrm{M}}}{\alpha} \cdot \left[\left(c_{\mathrm{lc,\,1}} + c_{\mathrm{lc,\,2}} \cdot x_{\mathrm{fat,\,milk}} + c_{\mathrm{lc,\,3}} \cdot x_{\mathrm{XP,\,milk}}\right) + d\right] \cdot a \qquad \textbf{(4.9)}$$

nel_{lc}	mean daily net energy requirements for lactation (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
Y_{M}	annual milk yield (in kg cow^{-1} a^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$c_{\mathrm{lc,\,1}}$	constant ($c_{\mathrm{lc,\,1}}$ = 0.95 MJ kg^{-1}; GFE, 2001, pg. 21)
$c_{\mathrm{lc,\,2}}$	coefficient ($c_{\mathrm{lc,\,2}}$ = 38 MJ kg^{-1}; GFE, 2001, pg. 21)
$x_{\mathrm{fat,\,milk}}$	mass fraction of milk fat (in kg kg^{-1})
$c_{\mathrm{lc,\,3}}$	coefficient ($c_{\mathrm{lc,\,3}}$ = 21 MJ kg^{-1}; GFE, 2001, pg. 21)
$x_{\mathrm{XP,\,milk}}$	mass fraction of milk protein (in kg kg^{-1})
d	constant (d = 0.1 MJ kg^{-1} d^{-1} NEL; GFE, 2001, pg. 22)
a	correction factor (in MJ MJ^{-1}), see text

4.3.2.6 *NEL requirements for draft power / NEL-Bedarf für Zugleistungen*

In the reporting period, dairy cows have not been used as draught animals.

Im Berichtszeitraum wurden von Milchkühen keine Zugleistungen erbracht.

4.3.2.7 *NEL requirements for pregnancy / NEL-Bedarf für die Trächtigkeit*

The mean daily energy amount required for the development of the conception product and the udder, nel_{p}, is calculated as follows:

Der mittlere tägliche Energiebedarf für die Entwicklung von Konzeptionsprodukt und Euter, nel_{p}, berechnet sich wie folgt:

$$nel_{\mathrm{p}} = \frac{NEL_{\mathrm{p}}^{*}}{t_{\mathrm{ibc}}^{*}} \qquad \textbf{(4.10)}$$

nel_{p}	mean daily net energy required for pregnancy (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
NEL_{p}^{*}	NEL required for pregnancy (in MJ calf^{-1} NEL)
t^{*}_{ibc}	duration of the interval between calvings (calving interval) (in d), see Chapter 4.3.1.6

The total energy requirements NEL_{p}^{*} for pregnancy are derived from the energies needed for the development of the conception products and the udder (GFE, 2001, S. 23).

Der Gesamtenergiebedarf NEL_{p}^{*} für die Trächtigkeit errechnet sich aus dem Bedarf für die Entwicklung von Konzeptionsprodukt und Euter (GFE, 2001, S. 23).

$$NEL_{\mathrm{p}}^{*} = NEL_{\mathrm{cp}}^{*} + NEL_{\mathrm{u}}^{*} \qquad \textbf{(4.11)}$$

NEL^{*}_{p}	NEL required for pregnancy (in MJ calf^{-1} NEL)
NEL^{*}_{cp}	NEL required for the development of the uterus including the conception product (in MJ calf^{-1} NEL)
NEL^{*}_{u}	NEL required for the development of the udder (in MJ calf^{-1} NEL)

According to calculations in DÄMMGEN et al. (2009b) based on data in GFE (2001, pg. 23) and a calf weight of 36 kg an^{-1} (as deduced from production characteristics given in KTBL, 2006b, pg. 421), NEL_{p}^{*} is set to 917 MJ per calf. (The weight of the cow is not considered, as is the case in GFE, 2001.)

Nach Berechnungen in DÄMMGEN et al. (2009b) auf Grundlage von GFE (2001, S. 23) und einem Kalbgewicht von 36 kg an^{-1} (abgeleitet aus Produktionskenndaten KTBL, 2006b, S. 421) wird NEL_{p}^{*} mit 917 MJ Kalb^{-1} angesetzt. (Das Kuhgewicht bleibt wie bei GFE, 2001, ohne Einfluss.)

4.3.2.8 *NEL requirements for growth / NEL-Bedarf für Wachstum*

GFE (2001), pg. 22, relate the mean daily NEL requirements for growth to the weight gain per year:

GFE (2001), S. 22, bezieht den mittleren täglichen NEL-Bedarf für Wachstum auf die jährliche Gewichtszunahme.

$$nel_{\mathrm{g}} = \eta_{\mathrm{nel,\,g}} \cdot \frac{\Delta w}{\alpha} \qquad \textbf{(4.12)}$$

nel_{g}	mean daily net energy required for growth (in MJ cow^{-1} d^{-1})
$\eta_{\mathrm{nel,\,g}}$	constant ($\eta_{\mathrm{nel,\,g}}$ = 25.5 MJ kg^{-1} NEL according to GFE, 2001, pg. 22)
Δw	weight gain (in kg cow^{-1} a^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})

4.3.2.9 *Energy partitioning between lactation period and dry period / Energieaufteilung zwischen Laktationsperiode und Trockenstehzeit*

As a base for the feed intake calculations in Chapter 4.3.3, the total energy requirements NEL_{tot} as calculated according to Chapter 4.3.2.2 have to be split up into the requirements during lactation (NEL_{lact}) and dry period (NEL_{dry}).

Zur Vorbereitung der Futteraufnahmeberechnung in Kapitel 4.3.3 ist eine Aufteilung des nach Kapitel 4.3.2.2 berechneten Gesamtenergiebedarfs NEL_{tot} auf Laktationsperiode (NEL_{lact}) und Trockenstehzeit (NEL_{dry}) erforderlich.

$$NEL_{\mathrm{tot}} = NEL_{\mathrm{lact}} + NEL_{\mathrm{dry}} \qquad \textbf{(4.13)}$$

NEL_{tot}	total annual net energy requirements (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL), see Chapter 4.3.2.2
NEL_{lact}	annual net energy requirements related to the lactation period (MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
NEL_{dry}	annual net energy requirements related to the dry period (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)

The much smaller contribution, NEL_{dry}, is estimated as described subsequently. NEL_{lact} is then calculated as the difference between NEL_{tot} und NEL_{dry}.

Der weitaus geringere Anteil, NEL_{dry}, wird wie nachfolgend beschrieben geschätzt. NEL_{lact} berechnet sich dann als Differenz von NEL_{tot} und NEL_{dry}.

Table 4.15 provides the data given by GFE (2001, pg. 24, Table 1.4.3) for dry matter intake during the dry period (i. e. the last 6 weeks before calving) as a function of the dry matter NEL content. This data set applies to a cow with a weight of 650 kg. Differing cow weights can not be taken into account as there is no information given in GFE (2001).

Table 4.15 zeigt die für die Trockenzeit (d. h. die letzten 6 Wochen vor dem Kalben) von GFE (2001, S. 24, Tabelle 1.4.3) angegebenen Werte für Trockenmasseaufnahme als Funktion des NEL-Gehaltes dieser Trockenmasse. Diese Daten gelten für ein Kuhgewicht von 650 kg. Eine Differenzierung nach Tiergewicht erfolgt mangels Daten in GFE (2001) nicht.

In additional lines, Table 4.15 lists the steps used to calculate the total NEL intake during the dry period. The result equals that obtained with equation (22) in DÄMMGEN et al (2009b). As the emission inventory is based on the assumption that animal feeding exactly satisfies energy requirements, the total NEL intake calculated according to Table 4.15 can be interpreted as the total NEL requirements dring the dry period (NEL^{*}_{dry}).

In zusätzlichen Zeilen listet Table 4.15 die Schritte zur Berechnung der Gesamt-NEL-Aufnahme während der Trockenstehzeit. Das Ergebnis entspricht dem mit Gleichung (22) in DÄMMGEN et al. (2009b) zu erhaltenden Ergebnis. Da die Inventarberechnung auf der Voraussetzung beruht, dass die Tierfütterung genau den Energiebedarf decken soll, kann die nach Table 4.15 berechnete Gesamt-NEL-Aufnahme mit dem Gesamt-NEL-Bedarf NEL^{*}_{dry} gleich gesetzt werden.

Table 4.15: Dairy cows, NEL intake during the dry period for a cow of 650 kg

NEL content per kg of dry matter (4 different types of dry matter) [a]	5.2	5.6	6.0	6.4
daily dry matter intake during phase 1 (6 to 4 weeks before calving) (in kg cow^{-1} d^{-1}) [a]	9.8	9.0	8.4	7.9
daily dry matter intake during:phase 2 (3rd week until calving) (in kg cow^{-1} d^{-1}) [a]	10.7	9.9	9.3	8.7
daily dry matter intake averaged over the entire dry period (6 weeks) (in kg cow^{-1} d^{-1})	20.5/2	18.9/2	17.7/2	16.6/2
mean daily NEL intake (in MJ cow^{-1} d^{-1})	20.5/2 · 5.2	18.9/2 · 5.6	17.7/2 · 6.0	16.6/2 · 6.4
mean daily NEL intake averaged over the different dry matter types (in MJ cow^{-1} d^{-1})	53.1			
NEL*$_{dry}$, i. e. total daily NEL intake for 6 weeks of dry period (in MJ cow^{-1})	2230.6			

[a] Source: GFE (2001), pg. 24, Table 1.4.3

The annual NEL requirements are the calculated as follows:

Der jährliche NEL-Bedarf NEL_{dry} ergibt sich dann wie folgt:

$$NEL_{\text{dry}} = NEL^{*}_{\text{dry}} \cdot \frac{\alpha}{t^{*}_{\text{ibc}}} \qquad \textbf{(4.14)}$$

NEL_{dry}	annual net energy requirements related to the dry period (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
NEL^{*}_{dry}	total net energy requirements during the dry period (NEL^{*}_{dry} = 2230.6 MJ cow^{-1} NEL, see Table 4.15)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
t^{*}_{ibc}	duration of the interval between calvings (calving interval) (in d), see Chapter 4.3.1.6

The NEL requirements during the lactation period are then given by:

Damit lässt sich der aus der Laktationsphase jährlich resultierende NEL-Bedarf NEL_{lact} berechnen:

$$NEL_{\text{lact}} = NEL_{\text{tot}} - NEL_{\text{dry}} \qquad \textbf{(4.15)}$$

NEL_{lact}	annual net energy requirements related to the lactation period (MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
NEL_{tot}	total annual net energy requirements (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL), see Chapter 4.3.2.2
NEL_{dry}	annual net energy requirements related to the dry period (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)

The NEL requirements during the lactation period are then given by:

Für den während der Laktationsphase entstehenden NEL-Bedarf folgt daraus:

$$NEL^{*}_{\text{lact}} = NEL_{\text{lact}} \cdot \frac{t^{*}_{\text{ibc}}}{\alpha} \qquad \textbf{(4.16)}$$

NEL^{*}_{lact}	total net energy requirements during the lactation period (in MJ cow^{-1} NEL)
NEL_{lact}	annual net energy requirements related to the lactation period (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
t^{*}_{ibc}	duration of the interval between calvings (calving interval) (in d), see Chapter 4.3.1.6
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})

4.3.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Feed is supplied in concentrates and roughage inside the animal house and during grazing. The respective shares are also governed by the DM intake of the animals, as DM intake is limited. Once the DM intake and the feed properties are known, the intakes of GE, DE, ME, NEL and N can be deduced.

Energy and N contents of pasture grass and roughage provided in the housing are different. This is taken into account in the inventory calculation by weighted averaging, see Chapter 4.3.4.

The calculations described subsequently are done for all districts separately which is not explicitly emphasized in the respective paragraphs.

Futter wird als Raufutter und als Kraftfutter im Stall und auf der Weide bereitgestellt. Die jeweiligen Anteile sind auch von der Trockenmasse-Aufnahme abhängig, die begrenzt ist. Wenn die Trockenmasse und die Futtereigenschaften bekannt sind, lassen sich die Aufnahme von GE, DE, ME, NEL und N ableiten.

Die unterschiedlichen Energie- und N-Gehalte von Weidegras und im Stall verabreichten Rauhfutter werden in der Inventarberechnung durch gewichtete Mittelung berücksichtigt, siehe Kapitel 4.3.4.

Die nachfolgend beschriebenen Berechnungen erfolgen für jeden Kreis separat, ohne dass dies gesondert hervorgehoben wird.

4.3.3.1 *Linking feed intake with energy requirements / Die Kombination von Futter-Aufnahme und Energiebedarf*

IPCC (2006, pg. 10.23) requires inventory calculations to based on the principle of feeding animals exactly according to their energy requirements. Hence, the energy taken in with feed (NEL_{feed}) equals the total energy requirements (NEL_{tot}). The latter can be split up into the energy shares for the lactation period (NEL_{lact}) and the dry period (NEL_{dry}).

Die IPCC-Forderung (2006, S. 10.23), für die Inventarberechnung von energiebedarfsgerecht gefütterten Tieren auszugehen, resultiert in der Gleichsetzung der mit dem Futter aufgenommenen Energie NEL_{feed} mit dem Gesamtenergiebedarf NEL_{tot}, der sich wiederum nach Kapitel 4.3.2.9 in die Energiebedarfsanteile für die Laktationsperiode (NEL_{lact}) und die Trockenstehzeit (NEL_{dry}) aufspaltet.

$$NEL_{feed} = NEL_{tot} = NEL_{lact} + NEL_{dry} \quad \textbf{(4.17)}$$

NEL_{feed}	annual intake of NEL with feed (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
NEL_{tot}	annual NEL required (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
NEL_{lact}	annual net energy requirements related to the lactation period (MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)
NEL_{dry}	annual net energy requirements related to the dry period (in MJ cow^{-1} a^{-1} NEL)

4.3.3.2 *Total dry matter intake / Gesamttrockenmasse-Aufnahme*

The calculation of the inventory-relevant *annual* dry matter intake is based on the total dry matter intake during the interval between calvings (DM^*). DM^* is calculated from the amounts of dry matter taken in during the lactation period and the dry period. (For the period definitions see Chapter 4.3.1.6.)

Ausgangspunkt zur Ermittlung der für das Inventar relevanten *jährlichen* Trockenmasse-Aufnahme ist die Trockenmasse-Aufnahme DM^* während der Zwischenkalbezeit, die aus Beiträgen aus Laktations- und Trockenphase gebildet wird. (Zum Zusammenhang der verschiedenen Phasen siehe Kapitel 4.3.1.6.).

$$DM^* = DM^*_{lact} + DM^*_{dry} \quad \textbf{(4.18)}$$

DM^*	total intake of dry matter (in kg cow^{-1} DM)
DM^*_{lact}	intake of dry matter during the lactation period (in kg cow^{-1} DM)
DM^*_{dry}	intake of DM during the dry period (in kg cow^{-1} DM)

The *annual* dry matter intake is given by:

Für die *jährliche* Trockenmasse-Aufnahme gilt:

$$DM = DM_{lact} + DM_{dry} = (DM^*_{lact} + DM^*_{dry}) \cdot \frac{\alpha}{t^*_{ibc}} \quad \textbf{(4.19)}$$

DM	annual intake of dry matter (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)
DM_{lact}	annual intake of dry matter related to the lactation period (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)
DM_{dry}	annual intake of dry matter related to the dry period (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)
DM^*_{lact}	intake of dry matter during the lactation period (in kg cow^{-1} DM)
DM^*_{dry}	intake of DM during dry period (in kg cow^{-1} DM)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
t^*_{ibc}	duration of the interval between calvings (calving interval) (in d), see Chapter 4.3.1.6

Different properties of roughage and concentrates are accounted for during the calculation of the dry matter intake by considering the different shares of roughage and concentrates:

Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Eigenschaften von Raufutter- und Kraftfutter wird bei der Trockenmasse-Aufnahme zusätzlich noch nach Raufutter- und Kraftfutteranteilen unterschieden:

$$DM^*_{lact} = DM^*_{conc,lact} + DM^*_{rough,lact} = \left(dm_{conc,lact} + dm_{rough,lact}\right) \cdot t^*_{lact} \quad \textbf{(4.20)}$$

$$DM^*_{dry} = DM^*_{conc,dry} + DM^*_{rough,dry} = \left(dm_{conc,dry} + dm_{rough,dry}\right) \cdot t^*_{dry} \quad \textbf{(4.21)}$$

DM^*_{lact}	intake of dry matter during the lactation period (in kg cow^{-1} DM)
$DM^*_{conc,\,lact}$	intake of concentrates dry matter during the lactation period (in kg cow^{-1} DM)
$DM^*_{rough,\,lact}$	intake of roughage dry matter during the lactation period (in kg cow^{-1} DM)
$dm_{conc,\,lact}$	daily intake of dry matter during the lactation period with concentrates (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)

$dm_{\text{rough, lact}}$	daily intake of dry matter during the lactation period with roughage (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
t^*_{lact}	duration of the lactation period (in d), see Chapter 4.3.1.6
DM^*_{dry}	intake of dry matter during the dry period (in kg cow^{-1} DM)
$DM^*_{\text{conc, dry}}$	intake of concentrates dry matter during the dry period (in kg cow^{-1} DM)
$DM^*_{\text{rough, dry}}$	intake of roughage dry matter during the dry period (in kg cow^{-1} DM)
$dm_{\text{conc, dry}}$	daily intake of dry matter during the dry period with concentrates (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
$dm_{\text{rough, dry}}$	daily intake of dry matter during the dry period with roughage (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
t^*_{dry}	duration of the dry period (in d), see Chapter 4.3.1.6

The calculation of the daily amounts of dry matter intake as introduced above is described in the subsequent chapters.

Die oben eingeführten Tageswerte der Trockenmasse-Aufnahme werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

4.3.3.3 *Dry matter intake during lactation / Trockenmasse-Aufnahme während der Laktation*

The calculation of the daily dry matter intake with roughage during the lactation period is principally based on the formula provided in DLG (1986), Chapter 6. However, it is extended to take into account the impact of high milk yields according to KRUIF et al. (2006). DÄMMGEN et al. (2009b) combine this approach with an equation describing how energy requirements are met by feeding. This results in a set of two equations for the daily dry matter intake with roughage and concentrates. This set of equations was adopted from DÄMMGEN et al. (2009b) with slight formal modifications, e. g. the exclusion of negative intakes of concentrates that otherwise would be formally possible in case of rather low milk yields.

Die Berechnung der täglichen Trockenmasse-Aufnahme von Raufutter während der Laktationszeit beruht im Wesentlichen auf der Formel in DLG (1986), Kap. 6, ergänzt um die Berücksichtigung des Einflusses hoher Milchleistungen (KRUIF et al., 2006). DÄMMGEN et al. (2009b) kombinieren diesen Ansatz mit einer Gleichung zur Befriedigung des Energiebedarfs durch das Futter. Daraus resultiert der nachfolgende Gleichungssatz für die tägliche Trockenmasse-Aufnahme von Rau- und Kraftfutter. Dieser Gleichungssatz wurde gegenüber DÄMMGEN et al. (2009b) formal leicht modifiziert (u. a. durch den Ausschluss einer negativen Kraftfutteraufnahme, die sich rein rechnerisch in Einzelfällen bei sehr niedrigen Milchleistungen ergeben könnte).

$$dm_{\text{rough, lact}} = \frac{nel_{\text{lact}} - dm_{\text{conc, lact}} \cdot \eta_{\text{NEL, conc}}}{\eta_{\text{NEL, rough}}} \tag{4.22}$$

with

$$nel_{\text{lact}} = \frac{NEL^*_{\text{lact}}}{t^*_{\text{lact}}} \tag{4.23}$$

and

$$dm_{\text{conc, lact}} = \max\left\{0\,;\ \frac{B}{2} - \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 - C}\right\} \tag{4.24}$$

with

$$B = \frac{\eta_{\text{NEL, conc}}}{\eta_{\text{NEL, rough}}} \cdot \frac{1}{d} \tag{4.25}$$

$$C = \left(\frac{NEL^*_{\text{lact}}}{t^*_{\text{lact}} \cdot \eta_{\text{NEL, rough}}} - a \cdot w - b \cdot \left(\frac{\eta_{\text{NEL, rough}}}{\eta_{\text{NEL, unit}}}\right)^{c} - f \cdot \max\left(y_{\text{ECM}} - e;0\right)\right) \cdot \frac{1}{d} \tag{4.26}$$

$dm_{\text{rough, lact}}$	daily intake of dry matter during the lactation period with roughage (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
nel_{lact}	daily net energy requirements during the lactation period (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
$dm_{\text{conc, lact}}$	daily intake of dry matter during the lactation period with concentrates (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
B, C	auxiliary quantities
$\eta_{\text{NEL conc}}$	NEL content of concentrates (in MJ kg^{-1} NEL), see Chapter 4.3.4.2
$\eta_{\text{NEL rough}}$	NEL content of roughage (in MJ kg^{-1} NEL), see Chapter 4.3.4.2
NEL^*_{lact}	total net energy requirements during the lactation period (in MJ cow^{-1} NEL), see Chapter 4.3.2.9
t^*_{lact}	duration of lactation period (in d a^{-1}), see Chapter 4.3.1.6
d	constant (d = 0.026 kg^{-1} cow a)

a	constant (a = 0.006 d^{-1})
w	animal weight (in kg cow^{-1})
b	constant (b = 0.19 kg cow^{-1} d^{-1})
$\eta_{NEL, unit}$	unit NEL content of feed ($X_{NEL, unit}$ = 1 MJ kg^{-1} NEL)
c	exponent (c = 2.16)
f	constant (f = 0.1)
y_{ECM}	energy-corrected daily milk yield during lactation period (in kg cow^{-1} d^{-1}), see below
e	constant (e = 25 kg cow^{-1} d^{-1})

The energy-corrected daily milk yield y_{ECM} is defined as follows:

Die energiekorrigierte mittlere tägliche Milchleistung y_{ECM} ist wie folgt definiert:

$$y_{\mathrm{ECM}} = y_{\mathrm{M}} \cdot \frac{LE}{LE_{\mathrm{s}}} \tag{4.27}$$

y_{ECM}	energy-corrected daily milk yield during lactation period (in kg cow^{-1} d^{-1})
y_M	daily milk yield during lactation period (in kg cow^{-1} d^{-1})
LE	energy content of milk (in MJ kg^{-1}), see below
LE_s	energy content of standard milk (in MJ kg^{-1}), see below

Taking into account a specific additional amount of energy d = 0,1 MJ kg^{-1} (see GFE, 2001, pg. 22), LE is given by (see also GFE, 2001, pg. 21, eq. (1.4.3)):

Nach GFE (2001), S. 21, Gl. (1.4.3), gilt unter Berücksichtigung des in GFE (2001), S. 22, angegebenen Energiezuschlages von d = 0,1 MJ kg^{-1}:

$$LE = (c_{\mathrm{lc,\,1}} + c_{\mathrm{lc,\,2}} \cdot x_{\mathrm{fat,\,milk}} + c_{\mathrm{lc,\,3}} \cdot x_{\mathrm{XP,\,milk}}) + d \tag{4.28}$$

LE	energy content of milk (in MJ kg^{-1})
LE_s	energy content of standard milk (4 % fat content, 12.8 % dry matter content) (in MJ kg^{-1})
$c_{lc, 1}$	constant ($c_{lc, 1}$ = 0.95 MJ kg^{-1}; GFE, 2001, pg. 21)
$c_{lc, 2}$	coefficient ($c_{lc, 2}$ = 38 MJ kg^{-1}; GFE, 2001, pg. 21)
$x_{fat, milk}$	mass fraction of milk fat (in kg kg^{-1})
$c_{lc, 3}$	coefficient ($c_{lc, 3}$ = 21 MJ kg^{-1}; GFE, 2001, pg. 21)
$x_{XP, milk}$	mass fraction of milk protein (in kg kg^{-1})
d	constant (d = 0.1 MJ cow^{-1} d^{-1} NEL; GFE, 2001, pg. 22)

The quantity LE_s is obtained by using standard milk properties in the equation given above: fat content of 4 % or 0.04 kg kg^{-1}, protein content of 3.4 % or 0.034 kg kg^{-1} (DLG, 2005, pg. 28; WEIß, 2010). This leads to LE_s = 3.28 MJ kg^{-1}.

Finally y_{ECM} can be written as follows:

Die Größe LE_s erhält man, indem Standardmilch-Kennwerte in die obige LE-Gleichung eingesetzt werden: Fettgehalt 4 % bzw. 0,04 kg kg^{-1}, Proteingehalt 3,4 % bzw. 0,034 kg kg^{-1} (DLG, 2005, S. 28; WEIß, 2010). Dies führt zu LE_s = 3,28 MJ kg^{-1}.

Zusammenfassend ergibt sich für y_{ECM}:

$$y_{\mathrm{ECM}} = y_{\mathrm{M}} \cdot \frac{p + q \cdot x_{\mathrm{fat,\,milk}} + r \cdot x_{\mathrm{XP,\,milk}}}{s} \tag{4.29}$$

y_{ECM}	energy-corrected daily milk yield during lactation period (in kg cow^{-1} d^{-1}), see below
y_M	daily milk yield during lactation period (in kg cow^{-1} d^{-1})
p	constant (p = 1.05 MJ kg^{-1})
q	constant (q = 38 MJ kg^{-1})
$x_{fat, milk}$	mass fraction of milk fat (in kg kg^{-1})
r	constant (r = 21 MJ kg^{-1})
$x_{XP, milk}$	mass fraction of milk protein (in kg kg^{-1})
s	constant (s = LE_s = 3.28 MJ kg^{-1})

This equation corresponds to the formula given in DLG (2001, pg. 14ff, context of Tables 5, 6, und 7).

The daily milk yield is obtained from:

Diese Gleichung entspricht der Formel in DLG (2001, S. 14ff, Kontext zu Tabellen 5, 6, und 7).

Die tägliche Milchleistung y_M berechnet sich aus:

$$y_{\mathrm{M}} = \frac{Y_{\mathrm{M}}^{*}}{t_{\mathrm{lact}}^{*}} = Y_{\mathrm{M}} \frac{t_{\mathrm{ibc}}^{*}}{\alpha} \tag{4.30}$$

y_M	daily milk yield during lactation period (in kg cow^{-1} d^{-1}), see below
Y^*_M	total milk yield during the interval between calvings (in kg cow^{-1})
t^*_{lact}	duration of lactation period (in d a^{-1}), see Chapter 4.3.1.6
Y_M	annual milk yield (in kg cow^{-1} a^{-1})
t^*_{ibc}	duration of the interval between calvings (calving interval) (in d), see Chapter 4.3.1.6
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})

4.3.3.4 *Dry matter intake during the dry period / Trockenmasse-Aufnahme während der Trockenstehzeit*

Combining the dairy cow's energy requirements with the energy contents of the feed, DÄMMGEN et al. (2009b) derived the following equation to calculate the dry matter intake with roughage during the dry period.

Aus dem Abgleich zwischen dem Energiebedarf der Milchkuh und dem Energieangebot im Futter resultiert nach DÄMMGEN et al. (2009b) für die Trockenstehzeit die folgende Gleichung zur Berechnung der Trockenmasse-Aufnahme mit dem Raufutter:

$$dm_{\text{rough, dry}} = \frac{nel_{\text{dry}} - dm_{\text{conc, dry}} \cdot \eta_{\text{NEL, conc}}}{\eta_{\text{NEL, rough}}} \qquad \textbf{(4.31)}$$

$dm_{\text{rough, dry}}$	daily intake of dry matter during the dry period with roughage (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
nel_{dry}	daily NEL intake with feed during the dry period (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
$dm_{\text{conc, dry}}$	daily intake of dry matter during the dry period with roughage (in kg cow^{-1} d^{-1} DM), see below
$\eta_{\text{NEL, conc}}$	NEL content of concentrates (in MJ kg^{-1} NEL), see Chapter 4.3.4.2
$\eta_{\text{NEL, rough}}$	NEL content of roughage (in MJ kg^{-1} NEL), see Chapter 4.3.4.2

and

$$nel_{\text{dry}} = \frac{NEL^*_{\text{dry}}}{t^*_{\text{dry}}} \qquad \textbf{(4.32)}$$

nel_{dry}	daily NEL intake with feed during the dry period (in MJ cow^{-1} d^{-1} NEL)
NEL^*_{dry}	total net energy requirements during the dry period (in MJ cow^{-1} NEL)
t^*_{dry}	duration of the dry period (in d), see Chapter 4.3.1.6

During the dry period of 42 days (Chapter 4.3.1.6) dairy cows get no concentrates over 28 days and 3 kg cow^{-1} d^{-1} of concentrates over 14 days (according to SPIEKERS, 2002, Table 7 and 8). The mean daily intake of concentrates, $dm_{\text{conc, dry}}$ is therefore 1 kg cow^{-1} d^{-1} fresh matter or 0.88 kg cow^{-1} d^{-1} dry matter.

Nach SPIEKERS (2002, Tabelle 7 und 8) erhalten Milchkühe innerhalb der 42 Tage Trockenstehzeit (Kapitel 4.3.1.6) 28 Tage kein Kraftfutter und 14 Tage 3 kg cow^{-1} d^{-1}. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche tägliche Kraftfutteraufnahme $dm_{\text{conc, dry}}$ von 1 kg cow^{-1} d^{-1} Frischmasse bzw. 0,88 kg cow^{-1} d^{-1} Trockenmasse.

4.3.3.5 *Partioning of roughage intake between house and pasture /Aufteilung der Raufutteraufnahme zwischen Stall und Weide*

The properties of pasture grass and roughage provided in the housing differ, e. g. for the nitrogen content. To account for this difference when calculating N intake and N excretion, the annual total intake of roughage dry matter is split up into the shares for housing and pasture:

Weidegras unterscheidet sich von dem im Stall verabreichten Raufutter u. a. im Stickstoffgehalt. Um dies in der Berechnung von N-Aufnahme und N-Ausscheidung berücksichtigen zu können, wird die jährlich aufgenommene Gesamtmenge an Raufutter-Trockenmasse zwischen Stall und Weide aufgeteilt:

$$DM_{\text{rough}} = DM_{\text{rough, house}} + DM_{\text{rough, graz}} \qquad \textbf{(4.33)}$$

DM_{rough}	total annual dry matter intake of roughage (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)
$DM_{\text{rough, house}}$	annual dry matter intake of roughage in the house (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)
$DM_{\text{rough, graz}}$	annual dry matter intake of roughage during grazing (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)

The dry matter proportioning is performed using the factor f_{graz}, which quantifies the relative annual duration of grazing:

Die Aufteilung wird mit Hilfe eines Faktors f_{graz} vorgenommen, der dem auf die Dauer eines Jahres bezogenen relativen Anteil der Weidezeiten entspricht.

$$DM_{\text{rough, graz}} = f_{\text{graz}} \cdot DM_{\text{rough}} \quad \textbf{(4.34)}$$

$$DM_{\text{rough, house}} = (1 - f_{\text{graz}}) \cdot DM_{\text{rough}} \quad \textbf{(4.35)}$$

$DM_{\text{rough, graz}}$	annual dry matter intake of roughage during grazing (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)
f_{graz}	weighting factor ($0 \le f_{\text{graz}} \le 1$), see Chapter 4.3.8.5.1
DM_{rough}	total annual dry matter intake of roughage (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)
$DM_{\text{rough, house}}$	annual dry matter intake of roughage in the house (in kg cow^{-1} a^{-1} DM)

Grazing has also an impact on the mean properties of the roughage taken in, see Chapter 4.3.4.5

Der Weidegang beeinflusst in analoger Weise auch die mittleren Eigenschaften des Raufutters, siehe Kapitel 4.3.4.5.

4.3.3.6 *Assessment of gross energy intake / Bestimmung der Gesamtenergie-Aufnahme*

For the calculation of methane emissions from enteric fermentation (Chapter 3.3.2) as well as VS excretions (Chapter 3.3.3.1), the amount of annual gross energy intake (GE) is needed. The calculation of GE is described in Chapter 4.3.4.6.

Für die Berechnung der Methanemission aus der Verdauung (Chapter 3.3.2) sowie der VS-Ausscheidung (Chapter 3.3.3.1) wird der Betrag der jährlichen Gesamtenergie-Aufnahme pro Platz (GE) benötigt. Die Berechnung dieser Größe wird in Kapitel 4.3.4.6 beschrieben.

4.3.4 Feed composition / Futterzusammensetzung

4.3.4.1 *Modelling concept*

The German inventory differentiates between two standard diet categories:

- "Mixed diet" fed in regions with considerable areas of arable land (maize silage, grass silage, standard concentrate MLF 18/3, rapeseed expeller and straw),
- "grass based" diet in regions without considerable areas of arable land (grass silage, standard concentrate MLF 18/3, wheat)

The Federal Statistical Agency calculates for the emission reporting the respective shares of these standard diet categories on federal-state level. Table 4.16 shows this data aggregated on national level. Due to limited space, every other year is omitted in the 1990ies.

Das deutsche Inventar unterscheidet zwei Standardkategorien von Futterrationen:

- "Gemischte Ration" in Ackerbaugebieten (Maissilage, Grassilage, Kraftfutter MLF 18/3, Rapskuchen und Stroh),
- „Grassilage-Ration" in Grünlandgebieten (Grassilage, Kraftfutter MLF 18/3, Weizen)

Das Statistische Bundesamt berechnet für die Emissionsberichterstattung auf Bundeslandebene, zu welchen Anteilen diese Standardfutterkategorien an der Fütterung der jeweiligen Milchkuh-Population beteiligt sind. Table 4.16 zeigt die auf nationaler Ebene aggregierten Daten. Aus Platzgründen wurde dabei in den 1990er Jahren jedes zweite Jahr weggelassen.

Table 4.16: Dairy cows, national distribution (fractions) of "mixed diet" (M) and "gras based diet" (G)

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
M	0.54	0.54	0.56	0.57	0.57	0.58	0.59	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61	0.62	0.64	0.67	0.70	0.71	0.73	0.75
G	0.46	0.46	0.44	0.43	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.29	0.27	0.25

Source: see text.

The specific composition of each of the two standard diet categories depends on milkyield, see Chapters 4.3.4.2 and 4.3.4.4.

The modification of the mean properties of the roughage due to grazing is described in Chapter 4.3.4.5.

Chapter 4.3.4.6 deals with the calculation of the national mean of the digestibility, a quantity which is needed for the emission reporting under UNFCCC.

Die spezielle Zusammensetzung jeder der beiden Standardfutterkategorien ist eine Funktion der Milchleistung, siehe Kapitel 4.3.4.2 und 4.3.4.4.

Auf die infolge Weidehaltung erforderliche Modifikation der mittleren Eigenschaften des Raufutter-Anteiles geht Kapitel 4.3.4.5 ein.

Kapitel 4.3.4.6 beschreibt schließlich die Berechnung der für die Klimaberichterstattung unter UNFCCC erforderlichen mittleren Verdaulichkeit auf nationaler Ebene.

4.3.4.2 *Feed properties / Futtereigenschaften*

In principle, the feed components used in the inventory can be subdivided in roughage and concentrates.

For the properties of the feed constituents see Table 4.17. They were derived from BEYER et al. (2004) in a way that the overall diet properties used in DLG (2005) could be met as best as possible. The DLG data sets are considered as nationwide accepted data[17], and hence serve as standard. The DLG data sets could not be used on their own as - in contrast to BEYER et al. (2004) - the list of feed properties does not contain certain necessary parameters used for the compilation of the inventory.

The selection and combination of parameters extracted from BEYER et al. (2004) takes into account that the ratio of crude protein to NEL contents has to approximate the respective ratio of the DLG data set. This requirement was derived from the dairy cow modelling concept. From the 2011 submission onwards the newly selected parameters are used instead of those previously used which had been derived from a mixture of sources[18].

The data for raw protein contents are converted into data on N contents by multiplying the raw protein contents by 1/6.25 (IPCC(2006)-10.58).

Table 4.18 shows additional diet data as needed for the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation (see Chapter 4.3.5). The content of crude fibre x_{Fi} is determined by other given properties of the feed components:

Die Komponenten der im Inventar verwendeten Futterrationen lassen sich grundsätzlich in die zwei Gruppen Raufutter und Kraftfutter einteilen.

Die Eigenschaften der Futterbestandteile zeigt Table 4.17. Sie wurden aus BEYER et al. (2004) in der Weise abgeleitet, dass durch DLG (2005), S. 13, vorgegebene Eigenschaften möglichst gut angenähert wurden. Die DLG-Datensätze wurden als Maßstab gewählt, da sie als national akzeptiert gelten können[17]. Eine direkte Übernahme der DLG-Datensätze war nicht möglich, da sie im Gegensatz zu den Datensätzen in BEYER et al. (2004) nicht alle für die Inventarberechnungen erforderlichen Angaben enthalten.

Die Auswahl und Kombination von Datensätzen aus BEYER et al. (2004) beruht auf der aus dem Milchkuh-Modellkonzept ableitbaren Forderung, dass das sich ergebende Verhältnis von Rohproteingehalt zu NEL-Gehalt möglichst gut den entsprechenden Wert des DLG-Datensatzes approximieren muss. Die so erhaltenen Datensätze ersetzen ab Submission 2012 die zuvor verwendeten, aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellten Datensätze[18].

Die Angaben zum Rohproteingehalt werden mit dem Faktor 1/6.25 in N-Gehalte umgerechnet (IPCC(2006)-10.58).

Table 4.18 zeigt die Eigenschaften der Futterbestandteile, die für die Berechnung der Emissionen aus der Verdauung benötigt werden (siehe Kapitel 4.3.5), wobei sich der Rohfasergehalt x_{Fi} aus anderen gegebenen Kennwerten berechnet:

$$x_{\mathrm{Fi}} = 1 - x_{\mathrm{ash}} - x_{\mathrm{XP}} - x_{\mathrm{NFE}} - x_{\mathrm{XF}} \qquad \textbf{(4.36)}$$

x_{Fi}	content of crude fibre, related to dry matter (in kg kg^{-1})
x_{ash}	ash content, related to dry matter (in kg kg^{-1})
x_{XP}	raw protein content, related to dry matter (in kg kg^{-1})
x_{NFE}	content of digestible N free residues, related to dry matter (in kg kg^{-1})
x_{XF}	content of crude fat, related to dry matter (in kg kg^{-1})

The following formula allows for the calculation of mean feed properties (e. g. contents of DM, NEL, ME, DE, GE and XP):

Mit der folgenden Formel lassen sich mittleren Eigenschaften (z. B. Gehalte an DM, NEL, ME, DE, GE und XP) berechnen:

$$A_{\mathrm{mean}} = \sum_{\mathrm{i}}^{\mathrm{n}} g_{\mathrm{i}} \cdot A_{\mathrm{i}} \qquad \textbf{(4.37)}$$

A_{mean}	mean value of a feed property A
i	index of feed constituent
$g_{i,\,house}$	mass fraction of feed constituent i
A_i	value of feed property A of feed constituent i (see Table 4.17 or Table 4.18)

[17] DLG (2005) is considered to be the official expert judgement for Germany and national consent (Spiekers, head of the group of authors, pers. communication).

[18] A comparison of dairy cow models with those of neighbouring European countries had revealed that the N excetion rates in the German dairy cow model were overestimated. A revision of the N balance corrected the ratio of crude protein to energy contents. This value had been overestimated.

Table 4.17: Dairy cows, diet constituent properties used in the inventory

(x_{DM}: dry matter content; η_{ME}: content of metabolizable energy, related to dry matter; η_{NEL}: NEL content, related to dry matter; η_{DE}: content of digestible energy, related to dry matter η_{GE}: content of gross energy, related to dry matter; x_{XP}: raw protein content of feed, related to dry matter; x_{ash}: ash content of feed, related to dry matter; X_{DOM}: digestibility of organic matter)

roughage	$x_{DM, rough}$ kg kg^{-1}	$\eta_{ME, rough}$ MJ kg^{-1}	$\eta_{NEL, rough}$ MJ kg^{-1}	$\eta_{DE, rough}$ MJ kg^{-1}	$\eta_{GE, rough}$ MJ kg^{-1}	$x_{XP, rough}$ kg kg^{-1}	$x_{ash, rough}$ kg kg^{-1}	$X_{DOM, rough}$ kg kg^{-1}
grass (pasture) [a]	0.18	10.0	6.3	12.3	17.9	0.180	0.125	0.72
grass silage [b]	0.35	10.0	6.3	12.4	18.5	0.162	0.099	0.72
maize silage [c]	0.25	10.2	6.6	12.4	17.9	0.080	0.082	0.73
straw [d]	0.85	6.4	3.8	8.0	18.1	0.038	0.070	0.47
concentrates	$x_{DM, conc}$ kg kg^{-1}	$\eta_{ME, conc}$ MJ kg^{-1}	$\eta_{NEL, conc}$ MJ kg^{-1}	$\eta_{DE, conc}$ MJ kg^{-1}	$\eta_{GE, conc}$ MJ kg^{-1}	$x_{XP, conc}$ kg kg^{-1}	$x_{ash, rough}$ kg kg^{-1}	$X_{DOM, conc}$ kg kg^{-1}
concentrates MLF 18/3 [e]	0.88	12.3	7.6	15.5	18.7	0.205	0.065	0.83
rapeseed expeller [f]	0.91	14.2	8.7	17.7	23.6	0.340	0.080	0.77
wheat [g]	0.87	13.2	9.0	15.8	18.5	0.145	0.020	0.88

[a] Source: BEYER et al. (2004), No 1613
[b] Source: BEYER et al. (2004), No 3431
[c] Source: BEYER et al. (2004), combination of 33.3 % of No 2891 and 66.7 % of No 2895
[d] Source: BEYER et al. (2004), No 5811
[e] Source: DLG (2005), pg. 13; η_{GE} estimated from η_{ME} using the metabolizability derived from η_{NEL} /η_{ME} via the van Es equation (GfE, 2001), pg. 19; η_{DE} estimated from η_{GE} using a digestibility of 82.7 % which was derived from averaging the two data sets "Union MLF M 18-680" and "Balance 18-III" in MENKE (2011) assuming that the digestibility of organic matter approximates the digestibility of energy.
[f] Source: LFL (2011), No 6427, completed on base of digestibility and metabolizability taken from BEYER et al. (2004), No 7231
[g] Source: BEYER et al. (2004), combination of 50 % of No 6113 and 50 % of No 6114

Table 4.18: Dairy cows, additional diet data as needed for the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation

(x_{Fi}: content of crude fibre, related to dry matter; x_{NFE}: content of digestible N free residues, related to dry matter; x_{XF}: content of crude fat, related to dry matter)

roughage	x_{Fi} kg kg^{-1}	x_{NFE} kg kg^{-1}	x_{XF} kg kg^{-1}
grass (pasture) [a]	0.225	0.430	0.040
grass silage [b]	0.245	0.452	0.042
maize silage [c]	0.228	0.582	0.028
straw [d]	0.450	0.425	0.017
concentrates	x_{Fi} kg kg^{-1}	x_{NFE} kg kg^{-1}	x_{XF} kg kg^{-1}
concentrates MLF 18/3 [e]	0.134	0.554	0.042
rapeseed expeller [f]	0.160	0.350	0.070
wheat [g]	0.030	0.785	0.020

[a, b, c, d, f, g] Source: BEYER et al. (2004), cf. Table 4.17
[e] Source: Data based on LWK-NW (2004 – 2011)

4.3.4.3 *Composition of the mixed diet / Zusammensetzung der gemischten Ration*

According to Dämmgen et al. (2010a), the standard roughage composition of the mixed diet consists of grass and maize silages in a constant mass ratio $g_{i, house}$ of grass to maize to straw of 0.44 to 0.54 to 0.02 kg kg^{-1} (related to dry matter).

The properties of the feed constituents are given in Chapter 4.3.4.2. The mean properties of roughage (contents of DM, NEL, ME, DE, GE and XP) are calculated with eq. (4.37). If grazing occurs, the mean roughage properties need to be adjusted in order to account for differing properties of pasture grass, see Chapter 4.3.4.5.

Standard concentrate MLF 18/3 is used throughout. The diet is supplemented by rapeseed expeller (varying between 0.5 and 1.5 kg cow^{-1} d^{-1}).

From expert data (see Dämmgen et al., 2010a), a steady function for the share of rapeseed expeller in

Nach DÄMMGEN et al. (2010a) besteht die Standard-Raufutterzusammensetzung in der gemischten Ration aus Grassilage, Maissilage und Stroh mit konstanten Massenanteilen $g_{i, house}$ von 0,44 zu 0,54 zu 0,02 kg kg^{-1} (bezogen auf Trockenmasse).

Zu den Futtereigenschaften siehe Kapitel 4.3.4.2. Mit Gleichung (4.37) werden die mittleren Eigenschaften (Gehalte an DM, NEL, ME, DE, GE und XP) des Raufutters berechnet. Im Falle von Weidegang müssen die mittleren Raufuttereigenschaften noch angepasst werden, um die abweichenden Eigenschaften von Weidegras zu berücksichtigen, siehe dazu Kapitel 4.3.4.5.

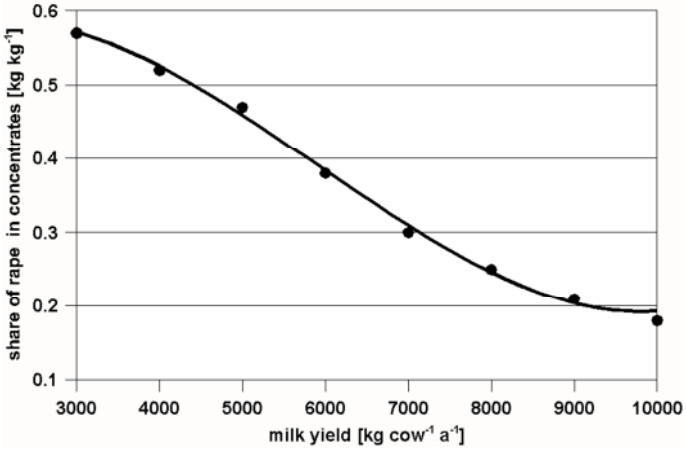
An Kraftfutter wird generell Milchleistungsfutter MLF 18/3 gefüttert. Die Mischung wird mit Rapskuchen supplementiert (Mengen zwischen 0,5 und 1,5 kg cow^{-1} d^{-1}).

Aus Expertenschätzungen (siehe DÄMMGEN et al., 2010a) wurde eine stetige Funktion für die Rapskuchen-

concentrates as a function of milk yield was derived, see Figure 4.2.

Anteile in Abhängigkeit von der Milchleistung abgeleitet, siehe Figure 4.2.

Figure 4.2: Standard mixed feeds, share of rapeseed expeller in concentrates (related to DM) as function of milk yield



data points derived from expert judgement, see DÄMMGEN et al., 2010a

The adjusted steady function reads

Es ergibt sich die folgende stetige Funktion:

$$X_{\text{rape,mixed}} = a_{\text{rape,mixed}} + b_{\text{rape,mixed}} \cdot Y_{\text{M}} + c_{\text{rape,mixed}} \cdot Y_{\text{M}}^2 + d_{\text{rape,mixed}} \cdot Y_{\text{M}}^3 \quad \textbf{(4.38)}$$

$X_{\text{rape, mixed}}$	ratio of rapeseed expeller in concentrates (related to dry matter), mixed diet (in kg kg^{-1})
$a_{\text{rape, mixed}}$	constant ($a_{\text{rape, mixed}}$ = 0.4879 kg kg^{-1})
$b_{\text{rape, mixed}}$	coefficient ($b_{\text{rape, mixed}}$ = 0.1038·10^{-3} kg^{-1} cow a)
Y_{M}	annual milk yield (in kg cow^{-1} a^{-1}), see Chapter 4.3.1.2
$c_{\text{rape, mixed}}$	coefficient ($c_{\text{rape, mixed}}$ = -3.043·10^{-8} kg^{-2} cow^2 a^2)
$d_{\text{rape, mixed}}$	coefficient ($d_{\text{rape, mixed}}$ = 1.71·10^{-12} kg^{-3} cow^3 a^3)

The share of standard concentrate MLF 18/3 is

Der Anteil von MLF 18/3 im Kraftfutter ist

$$X_{\text{MLF, mixed}} = 1 - X_{\text{rape, mixed}} \quad \textbf{(4.39)}$$

The mean properties of concentrates (contents of DM, NEL, ME, DE, GE and XP) are calculated by analogy to the procedure used for roughage (see above). They depend on the milk yield which varies in space and time.

Die mittleren Eigenschaften (Gehalte an DM, NEL, ME, DE, GE und XP) des Kraftfutters werden analog zur Vorgehensweise beim Raufutter (s. o. berechnet. Sie sind von der räumlich und zeitlich variierenden Milchleistung abhängig.

4.3.4.4 *Composition of the grass based diet / Zusammensetzung der Ration auf Grassilage-Basis*

For roughage, only grass silage is used the properties of which are listed in Table 4.17 (see Chapter 4.3.4.2).

If grazing occurs, the mean roughage properties need to be adjusted in order to account for differing properties of pasture grass, see Chapter 4.3.4.5.

Standard concentrate MLF 18/3 is supplemented with wheat in varying shares.

The properties of the concentrates constituents are given in Table 4.17.

The share of wheat in concentrates is depending on milk yield as displayed in Figure 4.3:

Als Raufutter wird ausschließlich Grassilage verwendet, deren Eigenschaften in Table 4.17 (siehe Kapitel 4.3.4.2) aufgeführt sind.

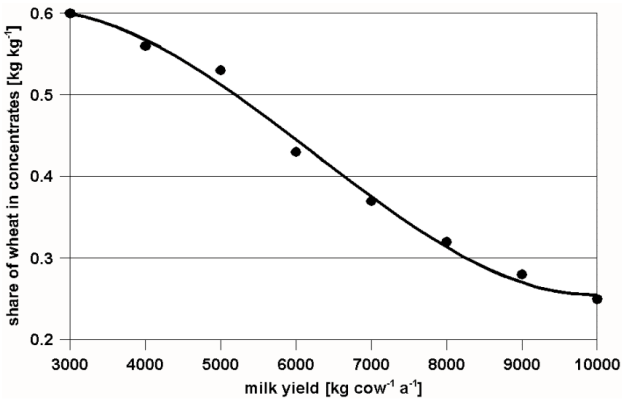
Im Falle von Weidegang müssen die Raufuttereigenschaften noch angepasst werden, um die abweichenden Eigenschaften von Weidegras zu berücksichtigen, siehe dazu Kapitel 4.3.4.5.

Kraftfutter MLF 18/3 wird mit variierenden Mengen Weizen supplementiert.

Die Eigenschaften der Kraftfutterbestandteile zeigt Table 4.17.

Der Anteil von Weizen im Kraftfuttergemisch ist milchleistungsabhängig wie in Figure 4.3 gezeigt:

Figure 4.3: Standard grass based feeds, share of wheat in concentrates (related to DM) as function of milk yield



data points derived from expert judgement, see DÄMMGEN et al., 2010a

The resulting steady function reads

Daraus resultiert folgende stetige Funktion:

$$X_{\text{wheat,grass}} = a_{\text{wheat,grass}} + b_{\text{wheat,grass}} \cdot Y_{\text{M}} + c_{\text{wheat,grass}} \cdot Y_{\text{M}}^2 + d_{\text{wheat,grass}} \cdot Y_{\text{M}}^3 \quad \textbf{(4.40)}$$

$X_{\text{wheat, grass}}$	share of wheat in total concentrates (related to dry matter), grass based diet (in kg kg^{-1})
$a_{\text{wheat, grass}}$	constant ($a_{\text{wheat, grass}}$ = 0.47054 kg kg^{-1})
$b_{\text{wheat, grass}}$	coefficient ($b_{\text{wheat, grass}}$ = 1.238·10^{-4} kg^{-1} cow a)
Y_{M}	annual milk yield (in kg cow^{-1} a^{-1}), see Chapter 4.3.1.2
$c_{\text{wheat, grass}}$	coefficient ($c_{\text{wheat, grass}}$ = -3.1446·10^{-8} kg^{-2} cow^2 a^2)
$d_{\text{wheat, grass}}$	coefficient ($d_{\text{wheat, grass}}$ = 1.688·10^{-12} kg^{-3} cow^3 a^3)

The share of standard concentrate MLF 18/3 is

Der Anteil von MLF 18/3 im Kraftfutter ist

$$X_{\text{MLF, grass}} = 1 - X_{\text{wheat, grass}} \quad \textbf{(4.41)}$$

$X_{\text{MLF, grass}}$	ratio of MLF 18/3 in total concentrates, grass based diet (in kg kg^{-1})
$X_{\text{wheat, grass}}$	ratio of wheat in total concentrates, grass based diet (in kg kg^{-1})

The mean properties of concentrates (contents of DM, NEL, ME, DE, GE and XP) are calculated according to analogy to the procedure given in Chapter 4.3.4.2. They depend on the milk yield which varies in space and time.

Die mittleren Kraftfuttereigenschaften (Gehalte an DM, NEL, ME, DE, GE und XP) werden wie in Kapitel 4.3.4.2) beschrieben berechnet. Sie sind von der räumlich und zeitlich variierenden Milchleistung abhängig.

4.3.4.5 *Impact of grazing on mean roughage properties / Einfluss von Weidegang auf mittlere Raufutter-Eigenschaften*

The properties of pasture grass and roughage provided in the housing differ for energy and nitrogen content, see Table 4.17. Hence, grazing ha to be accounted for when calculating the mean contents of NEL, GE and N in the roughage taken in. This leads to effective contents of the dry matter intake which are to be used in Chapters 4.3.3.3 and 4.3.3.4.

The effective value of a feed property A is calculated using a weighted mean:

Weidegras unterscheidet sich in Energie- und Stickstoffgehalt von dem im Stall verabreichten Raufutter, siehe Table 4.17. Daher ist Weidegang in die Berechnung der NEL-, GE- und N-Gehalte des insgesamt aufgenommenen Raufutters einzubeziehen. Dies ergibt effektive Gehalte der aufgenommenen Trockenmasse, die in den Kapiteln 4.3.3.3 und 4.3.3.4 zugrunde zu legen sind.

Der effektive Wert einer Futtereigenschaft A wird im Inventar durch gewichtete Mittelung berechnet:

$$A_{\text{eff}} = (1 - f_{\text{graz}}) \cdot A_{\text{standard}} + f_{\text{graz}} \cdot A_{\text{graz}} \quad \textbf{(4.42)}$$

A_{eff}	effective value of roughage property A
f_{graz}	weighting factor ($0 \le f_{\text{graz}} \le 1$), see Chapter 4.3.8.5.1
A_{standard}	value of roughage feed property A in the standard diet composition, see Chapters 4.3.4.2 and 4.3.4.4
A_{graz}	value of property A in pasture grass

4.3.4.6 *Calculation of digestibility and metabolizability / Berechnung von Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit*

The mean digestibilities of the two standard rations (cf. Chapters 4.3.3.3 and 4.3.4.4) are calculated separately fo each district:

Die mittlere Verdaulichkeiten der beiden Standard-Rationen (siehe Kapitel 4.3.3.3 und 4.3.4.4) werden für jeden Kreis jeweils wie folgt berechnet:

$$X_{\mathrm{DE,\,f,\,i}} = \frac{DE_{\mathrm{f,\,i}}}{GE_{\mathrm{f,\,i}}} \tag{4.43}$$

with

$$DE_{\mathrm{f,\,i}} = \frac{\alpha}{t^*_{\mathrm{ibc}}} \cdot DE^*_{\mathrm{f,\,i}} = \frac{\alpha}{t^*_{\mathrm{ibc}}} \cdot \left(DM^*_{\mathrm{f,\,conc,\,i}} \cdot \eta_{\mathrm{DE,\,f,\,conc,\,i}} + DM^*_{\mathrm{f,\,rough,\,i}} \cdot \eta_{\mathrm{DE,\,f,\,rough,\,i}} \right) \tag{4.44}$$

$$GE_{\mathrm{f,\,i}} = \frac{\alpha}{t^*_{\mathrm{ibc}}} \cdot GE^*_{\mathrm{f,\,i}} = \frac{\alpha}{t^*_{\mathrm{ibc}}} \cdot \left(DM^*_{\mathrm{f,\,conc,\,i}} \cdot \eta_{\mathrm{GE,\,f,\,conc,\,i}} + DM^*_{\mathrm{f,\,rough,\,i}} \cdot \eta_{\mathrm{GE,\,f,\,rough,\,i}} \right) \tag{4.45}$$

$X_{\mathrm{DE,\,f,\,i}}$	digestibility of standard feed type f in district i (in MJ MJ^{-1})
f	standard feed type (f = mix, gra)
i	index of districts
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
t^*_{ibc}	duration of the interval between calvings (calving interval) (in d), see Chapter 4.3.1.6
$DE_{\mathrm{f,i}}$	total annual intake of digestible energy with diet f in district i (in MJ cow^{-1} DE)
$DE^*_{\mathrm{f,i}}$	total intake of digestible energy with diet f in district i during the interval between calvings (in MJ cow^{-1} DE)
$GE_{\mathrm{f,i}}$	total annual intake of gross energy with diet f in district i (in MJ cow^{-1} GE)
$GE^*_{\mathrm{f,i}}$	total intake of gross energy with diet f in district i during the interval between calvings (in MJ cow^{-1} GE)
$DM^*_{\mathrm{f,\,conc,\,i}}$	total intake of concentrates dry matter with diet f in district i during the interval between calvings (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
$DM^*_{\mathrm{f,\,rough,\,i}}$	total intake of roughage dry matter with diet f in district i during the interval between calvings (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
$\eta_{\mathrm{DE,\,f\,conc,\,i}}$	effective content of digestible energy in the concentrates fed with diet f in district i (in MJ kg^{-1} DE)
$\eta_{\mathrm{DE,\,f,\,rough,\,i}}$	effective content of digestible energy in roughage fed with diet f in district i (in MJ kg^{-1} DE)
$\eta_{\mathrm{GE,\,f,\,conc,\,i}}$	effective content of gross energy in concentrates fed with diet f in district i (in MJ kg^{-1} DE)
$\eta_{\mathrm{GE,\,f,\,rough,\,i}}$	effective content of gross energy in roughage fed with diet f in district i (in MJ kg^{-1} DE)

For the calculation of the effective contents of DE and GE see Chapters 4.3.4.2, 4.3.4.4 und 4.3.4.5.

The total intake of dry matter with concentrates in standard ration f in district i is given by (indices f and i dropped for sake of simplicity of notation):

Zur Ermittlung der effektiven Gehalte an DE und GE siehe Kapitel 4.3.4.2, 4.3.4.4 und 4.3.4.5.

Für die Gesamtaufnahme an Kraftfutter-Trockenmasse mit der Standard-Ration f im Kreis i gilt (Indizes f und i zur Vereinfachung der Schreibweise weggelassen):

$$DM^*_{\mathrm{conc}} = DM^*_{\mathrm{conc,lact}} + DM^*_{\mathrm{conc,dry}} \tag{4.46}$$

DM^*_{conc}	total intake of concentrates dry matter during the interval between calvings (in kg cow^{-1} d^{-1} DM)
$DM^*_{\mathrm{conc,\,lact}}$	intake of concentrates dry matter during the lactation period (in kg cow^{-1} DM), see Chapter 4.3.3.2
$DM^*_{\mathrm{conc,\,dry}}$	intake of concentrates dry matter during the dry period (in kg cow^{-1} DM), see Chapter 4.3.3.2

The total intake of dry matter with roughage in standard ration f in district i is calculated accordingly.

Die Gesamtaufnahme an Raufutter-Trockenmasse mit Standard-Ration f im Kreis i wird analog berechnet.

For the calculation of methane emissions from enteric fermentation (Chapter 3.3.2) as well as VS excretions (Chapter 3.3.3.1), the amount of annual gross energy intake (GE) is needed. The latter is obtained as a weigthed mean of the ration-specific values of GE intake.

Für die Berechnung der Methanemission aus der Verdauung (Chapter 3.3.2) sowie der VS-Ausscheidung (Chapter 3.3.3.1) wird der Betrag der jährlichen Gesamtenergie-Aufnahme pro Platz (GE) benötigt. Diese ergibt sich als gewichtetes Mittel aus den rationsbezogenen GE-Aufnahme-Werten:

$$GE_{\mathrm{i}} = x_{\mathrm{mix,\,i}} \cdot GE_{\mathrm{mix,\,i}} + x_{\mathrm{gra,\,i}} \cdot GE_{\mathrm{gra,\,i}} \tag{4.47}$$

GE_i	gross energy intake in district i (in MJ pl^{-1} a^{-1} GE)
$GE_{mix, i}$	intake of gross energy with mixed diet in district i (in MJ pl^{-1} a^{-1} GE)
$x_{mix, i}$	fraction of dairy cow population in district i fed with the mixed feed composition (in cow cow^{-1})
$GE_{gra, i}$	intake of gross energy with grass based diet in district i (in MJ pl^{-1} a^{-1} GE)
$x_{gra, i}$	fraction of dairy cow population in district i fed with the grass based feed composition (in cow cow^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
t^*_{ibc}	duration of the interval between calvings (calving interval) (in d), see Chapter 4.3.1.6

The emission reporting under UNFCCC requires to report a national mean of digestibility (CRF Table 4.A, Cell I 14). This is calculated as follows:

Die Emissionsberichterstattung unter UNFCCC erfordert die Angabe eines nationalen Mittelwertes der Verdaulichkeit (CRF Tabelle 4.A, Zelle I 14):

$$X_{\text{DE, Germany}} = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_{\text{dc, i}} \cdot \left(x_{\text{mix, i}} \cdot X_{\text{DE, mix, i}} + x_{\text{gra, i}} \cdot X_{\text{DE, gra, i}}\right)}{\sum_{i=1}^{k} n_{\text{dc, i}}} \quad \textbf{(4.48)}$$

$X_{DE, Germany}$	national mean digestibility in Germany (in MJ MJ^{-1})
i	index of districts
k	number of districts
$n_{dc, i}$	number of dairy cows in district i
$x_{mix, i}$	fraction of dairy cow population in district i fed with the mixed feed composition (in cow cow^{-1})
$X_{DE, mix, i}$	digestibility of mixed feed in district i (in MJ MJ^{-1})
$x_{gra, i}$	fraction of dairy cow population in district i fed with the grass based feed (in cow cow^{-1})
$X_{DE, gra, i}$	digestibility of grass based feed in district i (in MJ MJ^{-1})

The calculation of metabolizability on district and national level follows the procedure described for mean digestibilities.

Die Berechnung der Umsetzbarkeit auf Kreis- und nationaler Ebene entspricht dem oben für die Verdaulichkeit beschriebenen Vorgehen.

4.3.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The CH_4 emissions from enteric fermentation of dairy cows are calculated using a national (Tier 3) approach (DÄMMGEN et al., 2012b), where the emission factor is derived from KIRCHGESSNER et al. (1984) as a function of the intake of crude fibre, N free extracts, crude protein and fat:

Die CH_4–Emissionen aus der Verdauung der Milchkühe werden mit einem nationalen Verfahren (Tier 3) berechnet, siehe DÄMMGEN et al. (2012b). Dabei wird der Emissionsfaktor nach KIRCHGESSNER et al. (1994) als Funktion der Aufnahme von Rohfaser, N-freien Extraktstoffen, Rohprotein und Fett) berechnet:

$$EF_{\text{CH4, ent}} = a \cdot M_{\text{XFi}} + b \cdot M_{\text{NFE}} + c \cdot M_{\text{XP}} + d \cdot M_{\text{XF}} + e \quad \textbf{(4.49)}$$

$EF_{CH4, ent}$	emission factor for CH_4 from enteric fermentation (in kg pl^{-1} a^{-1} CH_4)
a	coefficient (a = 0.079 kg kg^{-1})
M_{XFi}	crude fibre intake rate (in kg pl^{-1} a^{-1})
b	coefficient (b = 0.010 kg kg^{-1})
M_{NFE}	input rate of N free extracts (in kg pl^{-1} a^{-1})
c	coefficient (c = 0.026 kg kg^{-1})
M_{XP}	crude protein intake rate (in kg pl^{-1} a^{-1})
d	coefficient (d = - 0.212 kg kg^{-1})
M_{XF}	fat intake rate (in kg $place^{-1}$ a^{-1})
e	constant (e = 365 · 0,063 kg pl^{-1} a^{-1})

The intake rates of crude fibre, N free extracts, crude protein and fat are obtained from the properties of the feed constituents and the amount of feed taken in (see Chapter 4.3.4.2).

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. A normal distribution is assumed.

Die Aufnahme von Rohfaser, N-freien Extraktstoffen, Rohprotein und Fett ergibt sich aus den Kennwerten der Futterzusammensetzung und der Menge des aufgenommenen Futters (siehe Kapitel 4.3.4.2).

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert und eine Normalverteilung angenommen.

The methane conversion factor required in the CRF tables is then calculated as follows:

Der in den CRF-Tabellen anzugebende Methanumwandlungsfaktor wird dann wie folgt berechnet:

$$x_{\mathrm{CH4,\ GE}} = \frac{\eta_{\mathrm{CH4}} \cdot EF_{\mathrm{CH4,\ ent}}}{GE} \qquad \textbf{(4.50)}$$

$x_{\mathrm{CH4,\ GE}}$	methane conversion factor for dairy cows (in MJ MJ^{-1})
η_{CH4}	energy content of methane (η_{CH4} = 55.65 MJ (kg CH_4)$^{-1}$)
$EF_{\mathrm{CH4,\ ent}}$	emission factor of CH_4 from enteric fermentation (in kg pl^{-1} a^{-1} CH_4)
GE	gross energy intake rate (in MJ place-1 a-1 GE), see Chapter 4.3.4.6

Neither the emission factor nor the methane conversion factor are constants. In the early 1990s, the conversion factor is about 0.07 MJ MJ^{-1}, and decreases by about 10 % during two decades. This change was mainly due to increased milk yields since 1990 and the necessary changes in the composition of the diets.

Weder Emissionsfaktor noch Methanumwandlungsfaktor sind Konstanten. Der Umwandlungsfaktor liegt Anfang der 1990er Jahre bei ca. 0,07 MJ MJ^{-1}, und fällt im Verlaufe von 20 Jahren um rund 10 %. Diese Veränderung wird im Wesentlichen durch den Anstieg der Milchleistung seit 1990 und die damit verbundenen Änderungen in der Futterzusammensetzung verursacht.

4.3.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, cf. Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculate using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

The necessary information on the digestability of organic matter and the ash contents of the diet are obtained as weighted means from the properties of feed constituents as listed in Table 4.17. The mean digestibility of organic matter (national mean) for 2010 is 0.74 MJ MJ^{-1}, the mean ash content (related to dry matter) amounts to 0.088 kg kg^{-1} (values for 2010).

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 4.2 (see Chapter 4.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden mit einem Stufe-2-Verfahren bestimmt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Die dazu notwendigen Daten zur Verdaulichkeit von organischer Substanz und dem Aschegehalt im Futter ergeben sich im gewichteten Mittel aus den Angaben zu den Rationskomponenten in Table 4.17. Die mittlere Verdaulichkeit von organischer Substanz liegt im Deutschlandmittel für 2010 bei 0,74 MJ MJ^{-1}, das nationale Mittel des Aschegehaltes liegt im Jahr 2010 bei 0,088 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse).

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) sind Table 4.2 in Kapitel 4.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

4.3.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions is described in EMEP(2013). For methodology, emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet. Zu Methodik, Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

4.3.8 N balance and N emissions / N-Bilanz und N-Emissionen

4.3.8.1 N intake / N-Aufnahme

The N intake is calculated as follows:

Die N-Aufnahme wird wie folgt berechnet:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot \sum_{1}^{i} DM_{\text{i}} \cdot x_{\text{N, XP, i}} \tag{4.51}$$

m_{feed}	amount of nitrogen in feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
x_{N}	nitrogen content of crude protein (x_{N} = 1/6.25 kg kg^{-1} N)
DM_{i}	amount of DM consumed with feed constituent i (in kg pl^{-1} a^{-1}), see below
$x_{\text{N, XP, i}}$	crude protein content of feed constituent i (in kg kg^{-1} XP), see below

The dry matter intake rate is calculated in the model (see Chapter 4.3.3). For the protein contents of the diet constituents see Chapter 4.3.4.

The N intake during grazing is assessed using the following relation and data:

Die Trockenmasse-Aufnahme wird modelliert, siehe 4.3.3. Für die Protein-Gehalte der Futterbestandteile wird auf Kapitel 4.3.4 verwiesen.

Die N-Aufnahme beim Weidegang wird mit der folgenden Beziehung beschrieben:

$$m_{\text{graz}} = DM_{\text{rough, graz}} \cdot x_{\text{XP, rough, graz}} \cdot x_{\text{N}} \tag{4.52}$$

m_{graz}	mean nitrogen intake during grazing (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$DM_{\text{, rough, graz}}$	DM intake during grazing (in kg pl^{-1} a^{-1} DM)
$x_{\text{XP, rough, graz}}$	mean nitrogen content of crude protein XP in feed (in kg kg^{-1} XP)
x_{N}	nitrogen content in XP (x_{N} = 1/6.25 kg kg^{-1} N)

4.3.8.2 Overall nitrogen excretion / Gesamtausscheidung von Stickstoff

In the dairy cow model, the overall amount of nitrogen imported into manure management and the pasture includes the organic N shed with hair and dandruff (GFE, 2001). The total amount of N can be treated as m_{excr} in the same way as in the N flow model (see Chapter 3.3.4.3.1).

Die insgesamt in das Wirtschaftsdünger-Managementsystem bzw. die Weideflächen eingebrachte N-Menge umfasst beim Milchkuhmodell auch die organische N-Menge aus abgefallenen Hautschuppen und Haaren (GFE, 2001). Diese N-Gesamtmenge kann konsistent mit dem Stickstoffflussmodell (siehe Kapitel 3.3.4.3.1) als m_{excr} bezeichnet werden:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{faeces}} + m_{\text{urine}} + m_{\text{s}} = m_{\text{feed}} - \left(m_{\text{g}} + m_{\text{l}} + m_{\text{p}}\right) \tag{4.53}$$

m_{excr}	amount of N excreted with faeces and urine, including N from losses of hair and skin (in kg cow^{-1} a^{-1} N)
m_{faeces}	amount of N excreted with faeces (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{urine}	amount of N excreted with urine (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{feed}	amount of N taken in with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{g}	amount of N retained in weight gained (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{l}	amount of N exported with milk (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{p}	amount of N excreted in conception products (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{s}	amount of N lost by skin particles and hair (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

The calculation of the N balance components is described in DÄMMGEN et al. (2009b). Deviating from this publication the N content of cows and calves is now assumed to be 0⇕0272 kg kg^{-1} (LFL, 2006a).

Milk protein (crude protein) contents needed for the calculation of m_{l} are listed in Table 4.12. The determination of milk crude protein contents follows the German enactment on milk quality (Milchgüte-Verordnung, BMELF, 1981) were the Kjeldahl method is listed as official reference method in BVL (2012) according to the German Food and Feed Law (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB, BMELV, 2011). The Kjeldahl method determines N; measured N contents are multi-

Zur Berechnung der einzelnen Glieder der N-Bilanz wird auf DÄMMGEN et al. (2009b) verwiesen. Abweichend davon wird der N-Gehalt von Kuh und Kalb mit 0,0272 kg kg^{-1} angesetzt (LFL, 2006a).

Die für m_{l} benötigten Milcheiweiß-Gehalte (Roheiweiß-Gehalte) sind Table 4.12 zu entnehmen. Die Bestimmung des Roheiweiß-Gehaltes erfolgt gemäß der Milch-Güteverordnung (BMELF, 1981) mithilfe eines in der amtlichen Sammlung von Untersuchungsmethoden (BVL, 2012) zum Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) (BMELV, 2011) vorgeschriebenen Referenzverfahrens zur Bestimmung des Stickstoff-Gehaltes (Kjeldahl-Verfahren). Der so ermittelte N-Gehalt ist mit

plied by 6.38 kg kg^{-1} to obtain crude protein contents. (In practice, the Kjeldahl method covers the total N content of milk (including the non-protein fraction). Hence the N contents of milk that are back-calculated from the crude protein statistics are unambiguous numbers.)

6,38 kg kg^{-1} zu multiplizieren, um den Roheiweiß-Gehalt zu erhalten. (Das Kjeldahl-Verfahren erfasst praktisch den gesamten Stickstoff der Milch, d.h. auch die Nicht-Eiweiß-Fraktion. Aus den angegebenen Roheiweiß-Gehalten ist deshalb der eindeutige Rückschluss auf die N-Gehalte der Milch möglich.)

4.3.8.3 *Renal and faecal nitrogen excretion and TAN content of excreta / Stickstoff-Ausscheidung mit Harn und Kot und TAN-Gehalte der Ausscheidungen*

Emissions of N species are usually related to the reactive nitrogen excreted. This is almost entirely excreted with urine and consists of urea and allanthoin (see e.g. DÄMMGEN and ERISMAN, 2005). As the enzyme urease is ubiquitous, these compounds decompose readily to yield ammonium (NH_4). NH_4 and NH_3 in excreta are summarized as total ammoniacal nitrogen (TAN).

It would be advantageous to assess renal N excretion directly. However, no simple modelling procedure is available. Complex models such as Molly require input information that is not normally available (e.g. JOHNSON and BALDWIN, 2008). Renal N excretion cannot be related to the N intake with feed satisfactorily (e.g. KEBREAB et al., 2001, 2002; GEHMAN et al., 2008) For the purpose of inventory making, measurements of milk urea N are likely to provide an adequate tool to estimate renal N excretion (e.g. LEBZIEN et al., 2008). The data sets needed are not fully available yet, so an indirect approach of quantifying faecal N excretion is used. This includes the amounts of organic N shed with hair and dandruff (see Chapter 4.3.8.2):

Die Emissionen von N-Spezies werden i. d. R. auf den verfügbaren reaktiven Stickstoff bezogen. Dieser wird nahezu ausschließlich mit Harn als Harnstoff und Allanthoin ausgeschieden (siehe z.B. DÄMMGEN und ERISMAN, 2005). Das allgegenwärtige Enzym Urease baut diese Verbindungen rasch zu Ammonium (NH_4) ab. Die Summe von NH_4 und NH_3 in den Ausscheidungen wird als TAN (total ammoniacal nitrogen) bezeichnet.

Wünschenswert wäre eine direkte Modellierung des renal ausgeschiedenen N. Ein einfaches Modell hierfür ist jedoch nicht verfügbar. Für komplexe Modelle wie Molly (JOHNSON und BALDWIN, 2008) können die Daten nicht bereit gestellt werden. Renales N kann nicht befriedigend auf die mit dem Futter aufgenommene N-Menge bezogen werden (vgl. KEBREAB et al., 2001, 2002, GEHMAN et al., 2008). Die Möglichkeit, die renal ausgeschiedenen N-Mengen über den Milch-Harnstoff-Gehalt zu erschließen (siehe z.B. LEBZIEN et al., 2008), scheidet aus, da keine vollständigen Datensätze für den Berichtszeitraum verfügbar sind. Daher wird ein indirekter Ansatz verwendet. Dieser berücksichtigt zusätzlich auch den organischen Stickstoff aus abgefallenen Haaren und Hautpartikeln (vgl. Kapitel 4.3.8.2):

$$m_{\text{urine}} = m_{\text{excr}} - m_{\text{faeces}} - m_{\text{s}} \qquad \textbf{(4.54)}$$

m_{urine}	amount of N excreted in urine (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{excr}	amount of N excreted with faeces and urine, including N from losses of hair and skin (dandruff) (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{faeces}	amount of N excreted with faeces (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{s}	amount of N lost by hair and skin (dandruff) (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

Faecal N excretion is dominated by microbial XP synthesis in the rumen. The calculation procedure used in the inventory takes into account that a rising feed level leads to a decrease of the effective digestibility of crude protein. The procedure is based on Danish experimental results and is in "good harmony" with similar equations reported in the literature (POULSEN and KRISTENSEN, 1998, pg. 117):

Die fäkale N-Ausscheidung wird von der mikrobiellen XP-Synthese im Pansen bestimmt. Das im Inventar verwendete Berechnungsverfahren berücksichtigt, dass die effektive Rohprotein-Verdaulichkeit mit zunehmender Futtermenge abnimmt. Das Verfahren beruht auf dänischen experimentellen Daten und steht in gutem Einklang mit ähnlichen Verfahren, die in der Literatur berichtet wurden (POULSEN and KRISTENSEN, 1998, S. 117):

$$m_{\text{faeces}} = \alpha \cdot \beta \cdot \left\{ a \cdot \frac{m_{\text{feed}}}{\alpha} + x_{\text{N}} \cdot \left[b \cdot \frac{DM}{\alpha} + c \cdot \left(\frac{DM}{\alpha} \right)^2 \right] \right\} \qquad \textbf{(4.55)}$$

m_{faeces}	N excreted with faeces (in kg pl^{-1} a^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
β	mass units conversion factor (β = 0.001 kg g^{-1})
a	constant (a = 40 g kg^{-1})
m_{feed}	N intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1})
x_{N}	nitrogen content of crude protein (x_N = 1/6.25 kg kg^{-1})

b	constant (b = 20 g kg^{-1})
DM	DM intake (in kg pl^{-1} a^{-1})
c	constant (c = 1.8 g d pl kg^{-2})

The amounts of organic N ($m_{excr, org}$) and TAN ($m_{excr, org}$) are (cf. Chapter 3.3.3.2):

Dabei betragen, vgl. Kapitel 3.3.3.2, die Mengen an organischem N, ($m_{excr, org}$) und TAN ($m_{excr, org}$):

$$m_{excr, org} = m_{faeces} + m_s \quad \textbf{(4.56)}$$

$$m_{excr, TAN} = m_{urine} \quad \textbf{(4.57)}$$

$m_{excr, org}$	total amount of organic N treated as organic N excretions (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{faeces}	amount of N excreted with faeces (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_s	amount of N lost by skin particles and hair (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{excr, TAN}$	amount of TAN excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{urine}	amount of N excreted with urine (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

The share of TAN of the nitrogen imported into the manure management system from dairy cows amounts to

Der relative TAN-Gehalt der durch die Milchkuh dem Wirtschaftsdünger-Management zugeführten Stickstoffmenge ergibt sich wie folgt:

$$x_{TAN} = \frac{m_{excr,TAN}}{m_{excr,TAN} + m_{excr,org}} = \frac{m_{urine}}{m_{urine} + m_{faeces} + m_s} \quad \textbf{(4.58)}$$

x_{TAN}	relative content of TAN excreted (in kg kg^{-1})
$m_{excr, TAN}$	amount of TAN excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{excr, org}$	total amount of organic N treated as organic N excretions (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{urine}	amount of N excreted with urine (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{faeces}	amount of N excreted with faeces (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_s	amount of N lost by skin particles and hair (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

4.3.8.4 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The amounts of N are given in Table 4.19. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

As no bedding is taken into account during the grazing period, the annual amount of bedding actually used depends on the duration of the grazing period.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.19 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Da für Weidezeiten keine Einstreu berücksichtigt wird, hängt die im Inventar für das gesamte Jahr verwendete Einstreumenge von der Weidedauer ab.

Table 4.19: Dairy cows, N inputs with straw in solid-manure systems

Housing type	Haltungssystem	Straw input[a] kg pl^{-1} d^{-1}	Dry matter (DM)[c] kg pl^{-1} d^{-1}	N input (in DM)[c] kg pl^{-1} d^{-1}	TAN[c] kg pl^{-1} d^{-1}
tied systems	Anbindehaltung	5.0[a]	4.3	$24.9 \cdot 10^{-3}$	$12.5 \cdot 10^{-3}$
loose housing	Laufstall	5.0[b]	4.3	$24.9 \cdot 10^{-3}$	$12.5 \cdot 10^{-3}$

[a] Source: KTBL (2006a), pg. 221
[b] Assumption: same value as for "loose housing, sloped floor" (KTBL (2006a), pg. 269); KTBL expert judgement, Brigitte Eurich-Menden
[c] Calculation of DM, N input und TAN according to Chapter 3.3.4.3.2

4.3.8.5 *Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide*

4.3.8.5.1 *N excreted in the house, the milking area and during grazing / N-Ausscheidungen im Stall, im Melkbereich und auf der Weide*

Housing, milking area and pasture have different NH_3 emission factors (see Chapter 4.3.8.5.3). Hence, N excretions have to be split into fractions dropped in the respective areas (see also the N low scheme in Chapter 3.3.4.3.1.). The splitting procedure is based on the rela-

Stall, Melkbereich und Weide weisen unterschiedliche NH_3-Emissionsfaktoren auf (siehe Kapitel 4.3.8.5.3). Daher ist eine Aufteilung der N-Ausscheidungen auf diese drei Bereiche erforderlich (siehe auch das N-Fluss-Schema, Kapitel 3.3.4.3.1). Diese Aufteilung erfolgt mit-

tive N excretion shares for the house (f_{house}), the milking area (f_{milk}) and grazing (f_{graz}) as derived in the following:

hilfe der nachstehenden relativen Ausscheidungsanteile für Stall (f_{house}), Melkbereich (f_{milk}) und Weide (f_{graz}) gegliedert:

$$f_{graz} = \frac{\tau_{graz,year} \cdot [x_{graz,d} \cdot (\delta - \tau_{milk}) + x_{graz,h} \cdot \tau_{graz,h}]}{\alpha \cdot \delta} \quad \textbf{(4.59)}$$

$$f_{milk} = \frac{\tau_{milk}}{\delta} \quad \textbf{(4.60)}$$

$$f_{house} = 1 - f_{graz} - f_{milk} \quad \textbf{(4.61)}$$

f_{graz}	fraction of N excreted on pasture (in kg kg^{-1})
$\tau_{graz,\ year}$	annual duration of the grazing period (in d a^{-1})
$x_{graz,\ d}$	fraction of the dairy cow population kept outdoors all day (an an^{-1})
δ	time units conversion factor (δ = 24 h d^{-1})
τ_{milk}	daily duration of milking (in h d^{-1})
$x_{graz,\ h}$	fraction of the dairy cow population kept outdoors part of day (an an^{-1})
$\tau_{graz,\ h}$	daily duration of grazing (in h d^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
f_{milk}	fraction of N excreted during milking (in kg kg^{-1})
f_{house}	fraction of N excreted in the house (in kg kg^{-1})

The daily duration of milking is assumed to be τ_{milk} = 3.5 h d^{-1}. For the parameters describing grazing see Chapter 3.4.3.2.3.

Für die Melkdauer wird τ_{milk} = 3,5 h d^{-1} angenommen. Bzgl. der Daten zur Weidehaltung siehe Kapitel 3.4.3.2.3.

No specific emission factors are available for N_2O, NO and N_2 from manure management in the dairy parlour. Therefore the calculation of these emissions is treated in the same way as for NH_3 emissions, where N exretion rates in both the dairy parlour and animal house are combined.

The emissions of N_2O from agricultural soils resulting from N inputs of grazing animals are calculated separately in Chapter 11.5.

Für Emissionen von N_2O, NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management gibt es keinen spezifischen Melkbereich-Emissionsfaktor. Daher wird für die Berechnung dieser Emissionen wie bei den NH_3-Emissionen die N-Ausscheidung in Stall und Melkbereich zusammengefasst.

Die Emissionen von N_2O aus landwirtschaftlichen Böden infolge von tierischen N-Ausscheidungen auf der Weide erfolgt separat in Kapitel 11.5.

4.3.8.5.2 *Housing types and duration of grazing / Stalltypen und Dauer des Weidegangs*

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

4.3.8.5.3 *Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide"*

Partial NH_3 emission factors were fixed for all relevant housing systems, cf. Table 4.20. They are based on absolute data provided by DÖHLER et al. (2002) and converted into TAN related data by DÄMMGEN et al. (2010a).

Die für die relevanten Stallsysteme angesetzten partiellen NH_3-Emissionsfaktoren beruhen auf absoluten Daten von DÖHLER et al. (2002), die von DÄMMGEN et al. (2010a) auf TAN-Bezug umgerechnet wurden, siehe Table 4.20.

Table 4.20: Dairy cows, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN)

Housing type		Haltungssystem		EF_{house} (in kg kg^{-1})
tied systems	slurry based	Anbindehaltung	güllebasiert	0.066
	straw based		strohbasiert	0.066
loose housing	slurry based	Laufstall	güllebasiert	0.197
	straw based		strohbasiert	0.197

Source: see text

The EF for dairy parlour is assumed to equal that of loose housing (EF_{milk} = 0.197 kg kg^{-1} N).

The NH_3-N emission factor for grazing is 0.10 kg kg^{-1} N, related to TAN excreted (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

N_2O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated according to Chapter 11.5. For further details see Chapters 3.3.4.3.5 and 4.3.8.5.1.

Der EF für den Melkbereich wird dem für Laufställe gleichgesetzt (EF_{milk} = 0,197 kg kg^{-1} N).

Für Weidegang beträgt der auf die ausgeschiedene TAN-Menge bezogene NH_3-N-Emissionsfaktor 0,10 kg kg^{-1} N (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden nach Kapitel 11.5 berechnet. Zu weiteren Einzelheiten siehe Kapitel 3.3.4.3.5 und 4.3.8.5.1.

4.3.8.6 *Emissions during storage / Emissionen aus dem Lager*

Storage of slurry distinguishes storage underneath the slatted floor from storage in a separate slurry tank within the house as well as from several different outdoor storage systems. Emissions from separate slurry tanks within houses are dealt with in the same way as outdoor tanks with solid covers.

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

The emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 from storage are given in Chapter 4.2.2 (Table 4.4 and Table 4.5).

Bei der *Gülle-Lagerung* wird zwischen Lagerung im Stall unter dem Spaltenboden, der Lagerung im separaten Güllekeller unter dem Stall und zwischen mehreren Formen des Außenlagers unterschieden. Separate Güllekeller werden wie Außenlager mit fester Abdeckung behandelt.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

Für die Emissionsfaktoren für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Lager wird auf Kapitel 4.2.2 (Table 4.4 und Table 4.5) verwiesen.

4.3.8.7 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

4.3.8.8 *Emissions during spreading / Emissionen bei der Ausbringung*

The emission factors of NH_3 are given in Chapter 4.2.4 for the different spreading techniques and times before incorporation.

The frequency distributionen of of spreading techniques and times before incorporation is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

Für die Emissionsfaktoren von NH_3 für die verschiedenen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten wird auf Kapitel 4.2.4 verwiesen.

Die Häufigkeitsverteilungen der Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

4.3.8.9 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

For the uncertainty of NH_3 emissions originating

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

Zur Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors für Wei-

from grazing, EMEP (2009)-4B-30 refers to a British investigation claiming ± 136 % for "beef cattle grazing". As national data is not available, the uncertainties of the NH_3 emission factors for all grazing animals of 2.5 is assumed, i.e. -60 % and +150 % as limits of the 95 % confidence interval. The unreasonable information "-136 %" is ignored. A lognormal distribution is assumed. In accordance with the guidance for greenhouse gases in IPCC (2006)-3.29, the total uncertainty of the NH_3 emissions in the German inventory is quantified in Chapter 14.7 using the larger of the two intervals [2,5 % percentile; mean] und [mean; 97,5 % percentile], i. e. 150 %.

The uncertainty of the activity (N excretion rate during grazing) is derived from the standard error of 10 % given in DÄMMGEN et al. (2009b). This leads to half a 95 % confifence interval of 20 %. Normal distribution is assumed.

degang gibt EMEP (2009)-4B-30 lediglich das Ergebnis einer britische Studie an (± 136 % für „beef cattle grazing"). Mangels nationaler Daten zur Unsicherheit wird ausgehend von der EMEP-Angabe für alle weidenden Tiere ein NH_3-EF-Unsicherheitsfaktor von 2,5 angenommen, d.h. -60 % und +150 % als Grenzen für das 95 %-Konfidenzintervall. Dabei wird die unsinnige Angabe „-136 %" ignoriert. Es wird eine lognormale Verteilung angenommen. Entsprechend der Vorgabe für Treibhausgase in IPCC (2006)-3.29, wird für die Gesamtunsicherheitsberechnung des deutschen landwirtschaftlichen NH_3-Inventars in Kapitel 14.7 von den beiden Intervallen [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] das größere, d. h. 150 % verwendet.

Die Unsicherheit des Aktivitätswertes (N-Ausscheidung auf der Weide) wird in Anlehnung an DÄMMGEN et al. (2009b) mit einem Standardfehler von 10 % angesetzt, was zu einem halben 95 %-Konfidenzintervall von 20 % führt (Normalverteilung).

4.3.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5. The emission factors are listed in Table 4.21 (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11). For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

(Unlike for pigs the emission factors for slurry based systems are higher than those for straw based systems, see EMEP(2013)-3B-46).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen. Die Emissionsfaktoren sind in Table 4.21 angegeben (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11). Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

(Anders als bei Schweinen sind die Emissionsfaktoren für güllebasierte Systeme größer als für Systeme mit Einstreu, siehe dazu EMEP(2013)-3B-46).

Table 4.21: Dairy cows, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.94	0.43	0.28
slurry based	güllebasiert	1.81	0.83	0.54

Source: EMEP(2013)- 3B -29, Table 3.11

4.3.10 Intercomparison of IEF and emission explaining variables with those of neighbouring countries / Vergleich von IEF und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten

German implied emission factors (*IEF*) and important emission explaining variables are compared with those of neighbouring countries and countries, whose agricultural practice can be compared to German conditions. The data of the German inventory are compared with the latest published results of the other countries.

Zum Vergleich der aggregierten Emissionsfaktoren (*IEF*) mit wichtigen Einflussgrößen solcher Staaten, die benachbart sind oder deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, werden die deutschen Werte dieses Inventars den letzten veröffentlichten Daten der Nachbarstaaten gegenübergestellt.

4.3.10.1 *Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung*

Table 4.22 allows for a comparison of implied emission factors for enteric fermentation and the data governing these emissions. In this table, the mean daily milk yield of German dairy cows is calculated by dividing the annual milk yield by 365.

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting

Table 4.22 zeigt die Vergleichsdaten für die Emissionen aus der Verdauung mit den sie beeinflussenden Kenngrößen. Die durchschnittliche deutsche Tagesmilchleistung ergibt sich dabei aus der Jahresleistung dividiert durch 365.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung

were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports. Such a comparison, based on two different reports that themselves are based on different sets of rules (2014: IPCC (1996b); 2015: IPCC (2006)), is made easier in that the methods for calculating emissions from enteric fermentation did not change via the transition from IPCC (1996b) to IPCC (2006).

In the group of the ten countries being compared, Germany has the highest IEF figure. On the other hand, Germany calculates with the highest CH4 conversion factor (a factor based on a national calculation procedure). With the exception of the figures for France, the IEF figures of the other countries are based either on the lower IPCC (1996b, 2000) default factor or on separate national factors that are somewhat lower than the IPCC (1996b) default factor. The French CH4-conversion factor lies between the IPCC (1996b) default value and the German factor.

2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen. Der Vergleich anhand zweier unterschiedlicher Berichterstattungen, die auf verschiedenen Regelwerken beruhen (2014: IPCC (1996b); 2015: IPCC (2006)), wird dadurch erleichtert, dass die Berechnungsmethode für Emissionen aus der Verdauung beim Übergang von IPCC (1996b) zu IPCC (2006) unverändert blieb.

In der Gruppe der zehn Vergleichsländer weist Deutschland den höchsten IEF-Wert auf. Allerdings rechnet Deutschland mit dem höchsten CH4-Umwandlungsfaktor (der auf einem nationalen Berechnungsverfahren beruht). Mit Ausnahme von Frankreich basieren die IEF-Werte der anderen Länder noch auf dem niedrigeren IPCC (1996, 2000)-Default-Faktor bzw. einem eigenen nationalen Faktor, der noch etwas niedriger als der IPCC (1996)-Default-Faktor ist. Der französische CH4-Umwandlungsfaktor liegt zwischen dem IPCC (1996)-Defaultwert und dem deutschen Faktor.

Table 4.22: Dairy cows, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 IEF regarding enteric fermentation (ent)

	$IEF_{CH4, ent}$	GE intake	milk yield	animal weight	digestibility of energy	methane conversion rate
	kg pl^{-1} a^{-1} CH_4	MJ pl^{-1} d^{-1}	kg pl^{-1} d^{-1}	kg an^{-1}	%	MJ MJ^{-1}
Austria	118.95	302.26	17.58	700	70.50	0.06
Belgium	132.20	335.94	20.57	600	75.22	0.06
Czech Republic	118.93	302.22	20.31	590	67.00	0.06
Denmark	133.91	343.70	22.94	580	71.00	0.0595
France	120.03	296.98	18.54	NA	NA	0.0616
Germany	**134.67**	**321.88**	**20.06**	**646**	**71.23**	**0.0638**
Netherlands	128.24 [a]	334.89 [a]	NA	NE	NA	0.0584
Poland	99.64	253.18	13.68	500	63.30	0.06
Switzerland	122.59 [a]	311.52 [a]	22.55	650	60.00	0.06
United Kingdom	110.71	281.34	20.40	637	74.52	0.06
IPCC(1996)- 3- 4.11, 4.31	100.00	254.70	11.50	550	60	0.06
IPCC(2000)-4.13-4.20		Equation 4.1-4.11				0.06 ± 0.50
IPCC(2006)- 10.29, 10.72	109.00	Equation 10.3-10.16	16.44 [b]	600	70	0.065 ± 0.01

Source: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC (2014), CRF Table 4.A.
[a] reported for mature dairy cattle
[b] calculated from 6000 kg pl^{-1} a^{-1}

To make it possible to compare the various IEF values in a meaningful way, they (including the German value) were converted to a common basis, via multiplication by the ratio between the IPCC (2006) default conversion factor Ym = 6.5 % and the relevant national conversion factor in each case (not shown here). After this was done, the German IEF was lower than the IEF values of Belgium, Denmark and the Netherlands. What is more, the converted IEF values correlate in an exact linear manner with the national value for GE intake (R^2 = 1.0000). This is proof to the effect that all countries compared, including Germany, calculate CH4 from enteric fermentation in the same way, as a function of GE intake.

Um einen aussagekräftigen Vergleich der IEF-Werte durchführen zu können, wurden sie (einschließlich des deutschen Wertes) durch Multiplikation mit dem Verhältnis zwischen IPCC (2006)-Default-Umwandlungsfaktor Ym = 6,5 % und dem jeweiligen nationalen Umwandlungsfaktor auf eine einheitliche Basis umgerechnet (hier nicht gezeigt). Danach liegt der deutsche IEF niedriger als die IEF-Werte von Belgien, Dänemark und den Niederlanden. Es zeigt sich überdies, dass die umgerechneten IEF-Werte in exaktem linearen Zusammenhang mit den nationalen Werten der GE-Aufnahme stehen (R^2 = 1,0000). Dies ist ein Beleg dafür, dass alle verglichenen Länder einschließlich Deutschland CH4 aus der Verdauung als Funktion der GE-Aufnahme gleich berechnen.

The correlation between the data for GE intake and for average daily milk yield is less close in Table 4.22 (R^2 = 0.62), although the latter factor is the factor, in dairy cattle husbandry, that most strongly influences animal energy requirements. The reasons for the scattering in the data sets can include differences in animal weights (weight is an additional yield parameter) and differences in methods for calculating animal energy requirements. The ratio of GE intake to milk yield for German dairy cattle (16.0 MJ kg^{-1}) lies in the middle of the fluctuation range defined by the other relevant countries – from 13.8 MJ kg^{-1} (UK) to 18.5 MJ kg^{-1} (Poland).

The IEF default value in IPCC (2006), 109 kg $place^{-1}$ a^{-1}, seems too low for the majority of central European countries; their IEF values, when converted to IPCC (2006), range from 107.9 to 146.3 kg $place^{-1}$ a^{-1} (average value: 131.4 kg $place^{-1}$ a^{-1}).

Weniger eng ist in Table 4.22 der Zusammenhang zwischen den Daten der GE-Aufnahme und der durchschnittlichen täglichen Milchleistung (R^2 = 0,62), obwohl Letztere dasjenige Merkmal in der Milchkuhhaltung ist, das den tierischen Energiebedarf am stärksten beeinflusst. Die Streuung der Datensätze kann an unterschiedlichen Tiergewichten als weiterem Leistungsparameter sowie unterschiedlichen Berechnungsmethoden für den tierischen Energiebedarf liegen. Das Verhältnis von GE-Aufnahme zu Milchleistung für die deutschen Milchkühe (16,0 MJ kg^{-1}) liegt im Mittelfeld des durch die übrigen Staaten gebildeten Schwankungsbereiches von 13,8 MJ kg^{-1} (Vereinigtes Königreich) bis 18,5 MJ kg^{-1} (Polen).

Der IEF-Defaultwert aus IPCC (2006) liegt bei 109 kg pl^{-1} a^{-1} und erscheint damit zu niedrig für die meisten mitteleuropäischen Länder, deren auf IPCC (2006) umgerechnete IEF-Werte zwischen 107,9 und 146,3 kg pl^{-1} a^{-1} liegen (Mittelwert 131,4 kg pl^{-1} a^{-1}).

4.3.10.2 *Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management*

Table 4.23 summarizes emissions from manure management and some governing paramenters.

Table 4.23 zeigt Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management und wichtige Einflussgrößen.

Table 4.23: Dairy cows, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 implied emission factor regarding manure management (MM)

	$IEF_{CH4, MM}$	VS excreted	Frequency of liquid systems	MCF for liquid systems
	kg pl^{-1} a^{-1} CH_4	kg pl^{-1} d^{-1} VS	%	%
Austria	9.16	4.30	32.20	8.72
Belgium	17.45	4.15	11.35	19.00
Czech Republic	19.95	NA	27.00	NA
Denmark	33.60	6.22	88.49	10.00
France	39.80	4.09	40.79	39.00
Germany	**21.16**	**4.01**	**55.49**	**15.17**
Netherlands	43.09 [a]	4.56 [a]	90.38 [a]	17.00 [a]
Poland	13.36	4.63	10.53	39.00
Switzerland	26.04 [a]	6.21 [a]	68.22 [a]	10.00 [a]
United Kingdom	42.90	3.57	41.00	39.00
IPCC(1996)-3-4.13, 4.43, Western Europe, cool region	14.00	5.10	40.00	10.00
IPCC(2000)-4.36				39.00
IPCC(2006)-10.38, 10.77, Western Europe, cool region	21 to 29	5.10	35.70	17 to 25

Source: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC (2014), CRF Table 4.B(a)
[a] reported for mature dairy cattle

Germany's $IEF_{CH4, MM}$ for management of dairy cattle manure falls into the lower section of the overall range. In addition, its VS-excretions figure is at the lower end of the overall range (and is comparable to that of France). Denmark, France, the Netherlands, Switzerland and the UK have higher $IEF_{CH4, MM}$, while Austria and Poland have values that are considerably lower than the Germany value. However, it must be noted that the $IEF_{CH4, MM}$ values of the various European countries are only partially comparable, since they have been obtained from very different data for VS excretions, choices of liquid-manure systems and methane-conversion factors *MCF*. In addition, it must be noted that the German IEF includes the emissions-reducing effects of manure diges-

Deutschland liegt bzgl. des $IEF_{CH4, MM}$ aus dem Milchkuh-Wirtschaftsdünger-Management eher im unteren Bereich. Die deutsche VS-Ausscheidung liegt ebenfalls am unteren Ende (vergleichbar mit Frankreich). Höhere $IEF_{CH4, MM}$ haben Dänemark, Frankreich, die Niederlande, die Schweiz und das Vereinigtes Königreich, während Österreich und Polen erheblich unter dem Niveau von Deutschland liegen. Allerdings sind die Werte des $IEF_{CH4, MM}$ der europäischen Länder nur bedingt miteinander vergleichbar, da sie aus sehr unterschiedlichen VS-Ausscheidungen, Häufigkeiten von Flüssigmistsystemen und Methan- Umwandlungsfaktoren *MCF* entstanden sind. Beim deutschen IEF ist zu berücksichtigen, dass die emissionsmindernde Wirkung der Vergärung von

tion. (The German values for the numbers of slurry systems, and for the average MCF of slurry systems, refer solely to slurry systems without digestion.) The MCF values of the various countries are comparable only to a limited degree, since the figures in Table 4.23 – at least for France, Switzerland and the UK – are still based on the old guidelines (IPCC, 1996b, 2000).

Wirtschaftsdünger enthält. (Die deutschen Werte für die Häufigkeit von Flüssigmistsystemen und für den mittleren MCF von Flüssigsystemen beziehen sich allein auf Flüssigmistsysteme ohne Vergärung. Die MCF-Werte der verschiedenen Staaten sind nur begrenzt vergleichbar, da die Angaben in Table 4.23 zumindest für Frankreich, die Schweiz und das Vereinigte Königreich noch auf den alten Richtlinien (IPCC, 1996, 2000) beruhen.

4.3.10.3 *Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies*

A comparison of Germany's N excretions (Table 4.24) with those of neighbouring countries shows that Germany's level is about in the middle of the overall range. The IPCC (1996, 2000) default values seem to be too low for the most countries in Central Europe.

The comparison of the NH_3 emissions is based on data from manure management. Emissions from grazing are not included as emission reporting does not differentiate these emissions for the different animal categories. In comparison to the neighbouring countries, the animal place-related German NH_3 emissions (IEF) are found in the top range.

Der Vergleich der N-Ausscheidungen von Milchkühen (Table 4.24) mit denen der Nachbarländer zeigt, dass Deutschland ungefähr im Mittelfeld liegt. Die Defaultwerte von IPCC (1996, 2000) scheinen für die meisten Länder in Mitteleuropa zu niedrig zu sein.

Der Vergleich der NH_3-Emissionen bezieht sich auf das Wirtschaftsdünger-Management; Emissionen aus Weidegang sind nicht berücksichtigt, weil sie in der Emissionsberichterstattung nicht tierbezogen ausgewiesen werden. Die resultierenden tierplatzbezogenen NH_3-Emissionen Deutschlands (IEF) liegen tendenziell im oberen Bereich.

Table 4.24: Dairy cows, 2012, intercomparison of emission explaining variables and NH_3 implied emission factor

	N excreted [a] kg pl^{-1} a^{-1} N	number of animals [a] 1000 pl	NH_3 emission [a] Gg a^{-1} NH_3	IEF_{NH3} [a] kg pl^{-1} a^{-1} NH_3
Austria	100.26	523.23	15.50	29.62
Belgium	118.12	623.10	10.59	17.00
Czech Republic	135.78	1102.00	13.51	12.26
Denmark	138.03	565.11	14.51	25.68
France	115.16	3647.34	126.92	34.80
Germany	**117.63**	**4190.49**	**152.71**	**36.44**
Netherlands	122.30 [b]	1483.99 [b]	35.93	24.21 [b]
Poland	86.70	2578.00	54.26	21.05
Switzerland	108.17 [b]	591.21 [b]	25.25	42.70 [b]
United Kingdom	122.56	2210.54	65.04	29.42
IPCC(1996)-3-4.99	100.00			
IPCC(2000)-B1090-9, B1090-30	100.00			28.50
IPCC(2006)-10.59	105.12 [c]			
EMEP(2013)-3B-27, 14	105.00			28.7 to 39.3

[a] Sources: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC (2014), CRF Table 4.B(b); CEIP (2014), NFR
[b] reported for mature dairy cattle
[c] calculated according to IPCC (2006) using the IPCC default animal weight

4.3.10.4 *Emissions of particulate matter / Partikelemissionen*

The IEF differences illustrate the influence of the shares of straw-based and slurry-based systems which differ from country to country. Differences in grazing times contribute as well, because no PM emissions are calculated for grazing.

The default emission factors of EMEP (2009) are part of the Tier 1-methodology that is used only by France.

In den IEF-Unterschieden kommen von Land zu Land unterschiedliche Anteile stroh- und güllebasierter Systeme zum Ausdruck. Auch Unterschiede im Weidegang wirken sich aus, da für Weidegang keine PM-Emissionen berechnet werden.

Die Default-Emissionsfaktoren von EMEP (2009) sind Bestandteil der Stufe-1-Methodik, die nur von Frankreich verwendet wird.

Table 4.25: Dairy cows, 2012, intercomparison of PM implied emission factors

	IEF_{PM10} kg pl^{-1} a^{-1} PM_{10}	$IEF_{PM2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1} $PM_{2.5}$	IEF_{TSP} kg pl^{-1} a^{-1} TSP
Austria	IE	IE	IE
Belgium	0.25	0.06	0.55
Czech Republic	0.14	0.003	0.30
Denmark	0.79	0.51	1.71
France	0.36	0.23	0.80
Germany	**0.68**	**0.44**	**1.49**
Netherlands	0.13	0.03	0.13
Poland	0.40	0.01	0.89
Switzerland	0.39	0.03	0.22
United Kingdom	0.13	0.08	0.86
EMEP(2009)-4.B-60 (Tier 1 methodology)	0.36	0.23	
EMEP(2013)-3B-17 (Tier 1 methodology)	0.63	0.41	1.38
Source: Germany: submission 2015; all other countries: CEIP (2014), NFR, calculated from original data			

4.3.11 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 4.26: Dairy cows, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.01	
		CH_4 manure management	EM1005.01	
		NMVOC	EM1007.01	
		NH_3	EM1009.01	
		N_2O	EM1009.31	
		NO	EM1009.61	
		TSP	EM1010.01	
		PM_{10}	EM1010.31	
		$PM_{2.5}$	EM1010.61	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.01	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.01	
		CH_4 manure management	IEF1005.01	
		NMVOC	IEF1007.01	
		NH_3	IEF1009.01	
		N_2O	IEF1009.29	
		NO	IEF1009.57	
		TSP	IEF1010.01	
		PM_{10}	IEF1010.29	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.57	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.01	AI1005CAT.35
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.01	EXCR.05

4.4 Calves / Kälber

Calves can be brought up for replacement and for fattening. Fattening calves grow faster than calves for replacement. Therefore they show higher emissions per animal and unit of time. Due to lack of data, the relative shares of both subcategories cannot be separated. In the inventory all calves are treated as fattening calves. This is a „worst case“ estimate.

The animal categoy “calves” used in the inventory comprises all cattle with weights below 125 kg an^{-1} up to an age of 4 months. In the inventory the animal categoy “calves” is part of the category “other cattle”, see also Chapter 4.9.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 4.27.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Kälber können der Aufzucht oder der Mast dienen. Mastkälber wachsen schneller als Kälber zur Aufzucht und weisen damit auch höhere Emissionen pro Tier und Zeiteinheit auf. Mangels Daten können die relativen Anteile beider Gruppen nicht abgegrenzt werden. Im Inventar werden im Sinne einer „worst-case“-Schätzung alle Kälber als Mastkälber angesehen.

Die im Inventar verwendete Tierkategorie „Kälber“ umfasst dabei alle Rinder mit einem Gewicht unter 125 kg an^{-1} und jünger als 4 Monate. Sie sind eine Untergruppe der Gruppe der „übrigen Rinder“, siehe auch Kapitel 4.9.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 4.27 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 4.27: Calves, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

4.4.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.4.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Länder (STATLA C III 1 – vj 4).

German statistics do not differentiate between animals of different sex and destiny.

Official statistics count calves up to an age of 8 months. The inventory considers a separate cattle category for calves only up to an age of 4 months. Hence, the inventory category of calves comprises only half the officially counted calves. The remaining calves are attributed to the numbers of heifers and male beef cattle, see Chapters 4.5 and 4.6.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (STATLA C III 1 – vj 4).

Die deutsche Statistik unterscheidet nicht nach Geschlecht und Bestimmung der Kälber.

Die Offizialstatistik erfasst Kälber bis zu einem Alter von 8 Monaten. Im Inventar umfasst die Kategorie „Kälber“ aber nur Tiere bis zu einem Alter von 4 Monaten. Daher wird die in der Statistik angegebene Kälberzahl nur zur Hälfte berücksichtigt. Die übrigen Kälber werden den Färsen und den männlichen Mastrindern zugeschlagen., siehe Kapitel 4.5 und 4.6.

$$n_{ca} = \frac{1}{2} \cdot n_A \qquad \textbf{(4.62)}$$

n_{ca} number of calves considered
n_A number of calves in the German census (see Table 4.1)

For the uncertainties of the animal numbers see Chapter 4.1.

Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Kapitel 4.1.

4.4.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The birth weight is assumed to be 41 kg an^{-1}, the final weight of the inventory category “calves” is defined by 125 kg an^{-1} (DÄMMGEN ET AL., 2013). The mean live weight is estimated by the arithmetic mean (83 kg an^{-1}).

Als Anfangsgewicht werden 41 kg an^{-1} angenommen, als Endgewicht der Inventarkategorie „Kälber“ werden 125 kg an^{-1} angesetzt (DÄMMGEN ET AL., 2013). Das mittlere Gewicht wird durch arithmetische Mittelung dieser beiden Gewichtswerte geschätzt: 83 kg an^{-1}.

4.4.2 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

The feed intake must be known to assess the amount of N excreted. However, for calves there is no need to calculate feed intake using energy requirements and the energy content of feed, because the amount of N excreted is given as standard value, cf. Chapter 4.4.6.1.

For a lifespan of 18 weeks (126 days), DÄMMGEN ET AL. (2013) calculate a GE intake of 4632 MJ. This value can be transformed into an annual value of 13418 MJ for a continually used animal place.

Die Futteraufnahme ist für die Ermittlung der ausgeschiedenen N-Menge von Bedeutung. Die Berechnung mit Hilfe von Energiebedarf und Energiegehalt des Futters entfällt hier allerdings, da für die ausgeschiedene N-Menge ein Standardwert eingesetzt wird, siehe Kapitel 4.4.6.1.

DÄMMGEN ET AL. (2013) geben für eine Lebensdauer von 18 Wochen (126 Tage) eine GE-Aufnahme von 4632 MJ an. Auf 365 Tage umgerechnet ergibt sich daraus die GE-Jahresaufnahme pro kontinuierlich besetztem Tierplatz mit 13418 MJ.

4.4.3 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. This methods needs the gross energy intake (see Chapter for a lifespan of 18 weeks (126 days)) and the CH_4 conversion factor $x_{CH4,\ GE}$ as input (0.041 MJ MJ^{-1} according to DÄMMGEN ET AL. (2013), S. 43).

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4,\ ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 4.4.2) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4,\ GE}$ berechnet. Dieser beträgt nach DÄMMGEN ET AL. (2013), S. 43, 0,041 MJ MJ^{-1}.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4,\ ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert und eine Normalverteilung angenommen.

4.4.4 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, cf. Chapter 3.3.4.1.

For a lifespan of 18 weeks (126 days), DÄMMGEN ET AL. (2013) calculate a VS excretion of 52.1 kg. This value can be transformed into an annual value of 151 kg for a continually used animal place. This annual value differs from the annual value of 144.1 kg given in DÄMMGEN ET AL. (2013), because the latter is based on calculations using an vacancy time of 7 days per round. Vacancy times are not applicable in the inventory, see Chapter 3.1.2.2.

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 4.2 (see Chapter 4.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden mit einem Stufe-2-Verfahren bestimmt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Dämmgen et al. (2013) geben für eine Lebensdauer von 18 Wochen (126 Tage) eine VS-Ausscheidung von insgesamt 52,1 kg an. Daraus ergeben sich jährlich 151 kg auf einem kontinuierlich besetztem Tierplatz. Dieser Wert unterscheidet sich von dem in Dämmgen et al. (2013) angegebenen Jahreswert (144,1 kg), der unter Berücksichtigung einer Leerstandszeit von 7 Tage je Durchgang berechnet wurde. Leerstandszeiten werden im Inventar nicht berücksichtigt, siehe Kapitel 3.1.2.2.

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) sind Table 4.2 in Kapitel 4.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

4.4.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions is described in EMEP(2013). For methodology, emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet. Zu Methodik, Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

4.4.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

4.4.6.1 N excretion / N-Ausscheidung

For a lifespan of 18 weeks (126 days), DÄMMGEN ET AL. (2013) calculate an excretion of N of 7.0 kg. This value can be transformed into an annual value of 20.3 kg for a continually used animal place. This annual value differs from the annual value of 19.3 kg given in DÄMMGEN ET AL. (2013), because the latter is based on calculations using an vacancy time of 7 days per round. Vacancy times are not applicable in the inventory, see Chapter 3.1.2.2.

The relative TAN content of the N excretions is assumed to be 0,64 kg kg^{-1} (as calculated by DÄMMGEN ET AL. (2013).

Dämmgen et al. (2013) berechnen für eine Lebensdauer von 18 Wochen (126 Tage) eine N-Ausscheidung von 7,0 kg an. Auf 365 Tage umgerechnet ergibt sich die N-Jahresausscheidung pro kontinuierlich besetztem Tierplatz mit 20,3 kg. Dieser Wert unterscheidet sich von dem in Dämmgen et al. (2013) angegebenen Jahreswert (19.3 kg), der unter Berücksichtigung einer Leerstandszeit von 7 Tage je Durchgang berechnet wurde. Leerstandszeiten werden im Inventar nicht berücksichtigt, siehe Kapitel 3.1.2.2.

Der relative Anteil von TAN an der N-Ausscheidung wird mit 0,64 kg kg^{-1} aus DÄMMGEN ET AL. (2013) übernommen.

4.4.6.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.3.4.3.2. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralize to TAN during storage.

The amount of bedding material is 2.5 kg pl^{-1} d^{-1} fresh matter is (KTBL, 2006b, pg. 425, mean of the two data sets for "Tiefstreustall" [deep litter]) or $12.5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} N ($6.2 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} TAN, respectively).

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh siehe Kapitel 3.3.4.3.2. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren.

Die Menge der Einstreu beträgt 2,5 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse (KTBL, 2006b, S. 425, Mittelwert aus „Tiefstreustall, Zweiflächenbucht" und „Tiefstreustall, Einflächenbucht") bzw. $12{,}5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} N (entsprechend $6{,}2 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} TAN).

4.4.6.3 Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide

In earlier years calves were kept in straw based tied systems or in deep litter systems. Since 2003 (ban of tied systems) calves are kept solely in deep litter systems. For these housing types the TAN related emission factors for cattle are used (see Table 4.3).

In the inventory it is assumed that calves do not graze.

Kälber wurden in früheren Jahren in strohbasierter Anbindehaltung oder auf Tiefstreu gehalten. Seit 2003 erfolgt die Haltung aufgrund des Verbots der Anbindehaltung ausschließlich auf Tiefstreu. Für diese Haltungssysteme werden die auf TAN bezogenen Emissionsfaktoren für Rinder verwendet (vgl. Table 4.3).

Weidegang ist im Inventar nicht vorgesehen.

4.4.6.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung

For the emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 from storage see Table 4.4 and Table 4.5.

The emission factors of NH_3 are given in Chapter 4.2.4 for the different spreading techniques and times before incorporation.

Für die Emissionsfaktoren für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Lager siehe Table 4.4 und Table 4.5.

Die Emissionsfaktoren von NH_3 für die verschiedenen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten gehen aus Kapitel 4.2.4 hervor.

4.4.6.5 Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

4.4.6.6 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

4.4.7 Emission of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors used for particulate matter are listed in Table 4.28 (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11). For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) sind in Table 4.28 zusammengestellt. Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 4.28: Calves, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.35	0.16	0.10
Source: EMEP(2013)- 3B -29, Table 3.11				

4.4.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 4.29: Calves, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.02	
		CH_4 manure management	EM1005.02	
		NMVOC	EM1007.02	
		NH_3	EM1009.02	
		N_2O	EM1009.32	
		NO	EM1009.62	
		TSP	EM1010.02	
		PM_{10}	EM1010.32	
		$PM_{2.5}$	EM1010.62	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.02	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.02	
		CH_4 manure management	IEF1005.02	
		NMVOC	IEF1007.02	
		NH_3	IEF1009.02	
		N_2O	IEF1009.30	
		NO	IEF1009.58	
		TSP	IEF1010.02	
		PM_{10}	IEF1010.30	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.58	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.36	AI1005CAT.66
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.06	EXCR.10

4.5 Heifers / Färsen

In the inventory, heifers are female cows that are heavier than 125 kg an^{-1} and have not yet given birth to a calf. In addition, the animal category "heifers" also comprises female young cattle for slaughter, see Chapter 4.5.1.1.

In the inventory, the category "heifers" is a subcategory of „other cattle", see Chapter 4.9.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 4.30.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Als Färsen werden im Inventar die weiblichen Kühe bezeichnet, die schwerer als 125 kg an^{-1} sind und noch nicht gekalbt haben. Zusätzlich umfasst die Tierkategorie „Färsen" auch junge weibliche Schlachttiere, siehe Kapitel 4.5.1.1.

Im Inventar ist die Kategorie „Färsen" eine Unterkategorie der „übrigen Rinder", siehe Kapitel 4.9.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 4.30 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 4.30: Heifers, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	3	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

4.5.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.5.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

The subcategory "heifers" in this inventory includes the census subcategories "female young between 8 months and 1 year", "female young cattle from 1 to 2 years for slaughtering", "female young cattle from 1 to 2 years for replacement", "female cattle over 2 years for slaughtering" , "female cattle over 2 years for replacement".

Additionally, the female share of the calves not considered in Chapter 4.4.1.1 ($1/2 \cdot n_A$) is taken into account. The calculation of this share is based on the assumption that the gender distribution be equal to that of young cattle between 6 and 12 months (n_B, n_C).

Im Inventar umfasst die Tierkategorie „Färsen" die Tierzahlen aus der Statistik für „Weibliches Jungvieh 8 Monate bis 1 Jahr", „Weibliches Jungvieh 1 bis 2 Jahre zum Schlachten", „Weibliches Jungvieh 1 bis 2 als Zucht- und Nutztiere", „Weibliche Rinder über 2 Jahre (Schlachtfärsen)" sowie „Weibliche Rinder über 2 Jahre (Zucht- und Nutzfärsen)".

Hinzu kommt der weibliche Anteil der in Kapitel 4.4.1.1 nicht berücksichtigten Kälber ($1/2 \cdot n_A$), wobei angenommen wird, dass die Geschlechtsverteilung gleich der des Jungviehs zwischen einem halben und einem ganzen Jahr (n_B, n_C) ist.

$$n_{bf} = n_C + n_E + n_F + n_H + n_I + \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_C}{n_B + n_C} \qquad \textbf{(4.63)}$$

n_{bf} number of heifers considered
n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.1)

For the uncertainties of the animal numbers see Chapter 4.1

Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Kapitel 4.1.

4.5.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

Data of initial and final weights of heifers as well as of the duration of that phase of life, and consequently of the daily weight gain are hardly available in Germany. They have to be generated adequately as it is described in the two subsequent chapters.

Daten über Anfangs- und Endgewichte, Dauer der Haltung und demzufolge auch tägliche Gewichtszunahmen sind in Deutschland nur ausnahmsweise verfügbar. Sie sind, wie in den zwei folgenden Abschnitten beschrieben, in geeigneter Weise zu generieren.

4.5.1.2.1 *Animal weights / Tiergewichte*

German census data differentiate between heifers for slaughter and for replacement and use. However,

Die deutschen statistischen Daten unterscheiden zwischen Mastfärsen und Färsen für „Zucht und Nut-

existing management data describe heifers without differentiation. About 5 % of the heifers above 1 a are considered to be slaughtered. As the decision to slaughter an animal or use it for replacement is made comparatively late, it is assumed that, on average, the animals are kept and fed in the same way.

The initial weight of heifers is assumed to 125 kg kg an^{-1}, which is the final weight of the inventory category "calves".

The final live weight of heifers is derived from carcass weight (using the carcass weight definition given in BUNDESGESETZBLATT 2008 Teil I Nr. 52). For the calculation of the final live weight it is assumed that the equation used for dairy cows (see DÄMMGEN et al., 2010a) applies to heifers as well:

zung". Kennzahlen zu den Haltungsverfahren liegen allerdings nur für Färsen insgesamt vor. Etwa 5 % der Tiere, die älter als 1 a sind, werden als Schlachtfärsen gemeldet. Da die Entscheidung, ob ein Tier zur Remontierung dient oder nicht, relativ spät fällt, wird davon ausgegangen, dass die Tiere im Mittel einheitlich gehalten und ernährt werden.

Das Anfangsgewicht der Kategorie „Färsen" wird im Inventar mit 125 kg an^{-1} abgesetzt, dem Endgewicht der Kategorie „Kälber".

Das Lebendendgewichts der Färsen wird als Funktion des nach BUNDESGESETZBLATT 2008 Teil I Nr. 52 definierten Schlachtgewichts berechnet. Dazu wird angenommen, dass folgende, von DÄMMGEN et al. (2010a) für Milchkühe angegebenen Gleichung auch für Färsen verwendbar ist:

$$w_{\text{fin,bf}} = a + b \cdot w_{\text{bf, cw}} \qquad \textbf{(4.64)}$$

$w_{\text{fin, bf}}$	final live weight of heifers (in kg an^{-1})
a	constant (a = 221 kg an^{-1})
b	coefficient (b = 1.46 kg kg^{-1})
$w_{\text{bf, cw}}$	carcass weight of heifers (in kg an^{-1})

For the carcass weights of heifers see Table 4.31. As The table size does not allow to present the complete timeseries, every other year is omitted in the 1990ies.

The missing data for the New Länder and the year 1990 were replaced with the respective data for 1991. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin those from Brandenburg.

Die Schlachtgewichte von Färsen sind in Table 4.31 zusammengestellt. Aus Platzgründen wurde in den 1990er Jahren jedes zweite Jahr weggelassen.

Für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern werden die Daten von 1991 eingesetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Table 4.31: Heifers, carcass weights (in kg an^{-1})

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	275	271	280	276	282	284	290	287	285	280	290	294	294	290	288	294	292	295	296
BY	288	287	297	291	296	303	309	303	301	300	307	308	310	306	306	309	308	310	311
BB		243	260	259	262	271	282	268	268	263	265	270	259	254	245	239	248	241	251
HE	269	277	277	273	263	274	277	260	252	249	262	270	270	249	252	265	286	282	285
MV		235	242	246	247	254	265	258	259	255	255	252	258	253	249	254	259	254	254
NI	235	240	231	275	280	285	292	286	283	280	285	285	286	279	269	271	278	286	286
NW	268	272	238	280	278	280	284	278	274	273	277	278	276	270	264	267	257	243	248
RP	251	257	274	265	261	264	264	264	263	260	265	268	267	262	260	264	268	272	272
SL	229	260	263	261	257	257	257	257	257	277	282	287	291	288	281	285	287	287	292
SN		240	254	234	248	245	258	250	247	241	242	255	260	258	250	249	251	251	252
ST		228	268	252	250	260	269	269	258	258	257	258	259	259	246	246	250	251	251
SH	271	273	281	275	279	286	295	286	285	281	284	288	293	288	283	290	285	282	281
TH		240	269	252	256	264	258	258	253	242	242	255	260	258	253	251	254	253	257

Source: Calculated from data in STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 3, Reihe 4.2.1 (Schlachtungen und Fleischerzeugung); STATISTISCHES BUNDESAMT, GENESIS-Online Datenbank

4.5.1.2.2 *Life span and mean weight gain / Dauer des Lebensabschnitts und mittlere Gewichtszunahme*

The lifespan of a heifer is calculated from the time, when calves reach a weight of 125 kg an^{-1}, and the age of first calving. For this inventory, it is assumed that the heifers' phase of life begins at the age of four months (see Chapter 4.4.1.1). The age of first calving is available as complete time series, as provided by the breeders' association (see s. Table 4.14).

Die Lebensabschnittsdauer ergibt sich aus dem Zeitpunkt, an dem Kälber das Endgewicht 125 kg an^{-1} erreichen, und dem Erstkalbealter. Im Inventar wird angenommen, dass der Lebensabschnitt „Färse" nach vier Lebensmonaten beginnt (siehe Kapitel 4.4.1.1). Das Erstkalbealter ist als lückenlose Zeitreihe für ganz Deutschland aus Meldungen der Züchterverbände verfügbar (Table 4.14).

No daily weight gain data are provided by the reference cited above. Hence they have to be estimated from weight data of slaughtered heifers: From the final weight of a calf, the final live weight of the heifer (as calculated from carcass weights) and the times mentioned above, the mean weight gain can be assessed as

Tägliche Gewichtszunahmen werden durch die erwähnten Quellen nicht bereitgestellt und müssen geschätzt werden. Hierzu wird auf Daten aus dem Schlachtfärsenbereich zurückgegriffen: Aus dem Endgewicht der Kälberhaltung, den errechneten Lebendgewichten vor Schlachtung und den oben beschriebenen Zeitpunkten folgt die mittlere Gewichtszunahme:

$$\frac{\Delta w_{\mathrm{bf}}}{\Delta t} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{w_{\mathrm{fin,\,bf}} - w_{\mathrm{fin,\,ca}}}{\tau_{\mathrm{calf}} - \tau_{\mathrm{fin,\,ca}}} \qquad \textbf{(4.65)}$$

$\Delta w_{\mathrm{bf}}/\Delta t$	mean daily weight gain of a heifer (in kg an^{-1} d^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$w_{\mathrm{fin,\,bf}}$	final live weight of a heifer (in kg an^{-1})
$w_{\mathrm{fin,\,ca}}$	final weight at the end of calf lifespan (in kg an^{-1})
τ_{calf}	age at first calving (in a)
$\tau_{\mathrm{fin,\,ca}}$	end of calf lifespan (in a)

4.5.2 Energy requirements / Energiebedarf

Table 4.32 gives data on metabolisable energy ME required for maintenance and growth for various weight gains and animal weights between 150 kg an^{-1} and 550 kg an^{-1}.

Table 4.32 zeigt Daten zum Bedarf an metabolisierbarer Energie ME für Wachstum und Erhaltung bei verschiedenen Zuwachsraten und Tiergewichten zwischen 150 kg an^{-1} und 550 kg an^{-1}.

Table 4.32: Heifers, ME requirements as function of animal weights and weight gain (in MJ an^{-1} d^{-1})

weight gain Δw_{bf} in g an^{-1} d^{-1}	weight w in kg an^{-1} 150	200	250	300	350	400	450	500	550
400			41.6	47.5	53.2	58.9	64.6	70.1	75.5
500	30.5	37.4	43.9	50.4	56.6	62.8	69.0	75.1	81.4
600	32.3	39.6	46.7	53.6	60.5	67.3	74.2	81.0	88.0
700	34.1	42.0	49.6	57.2	64.7	72.2	79.9	87.5	95.4
800	36.0	44.3	52.6	60.9	69.1	77.5	86.0	94.5	103.2
900		46.6	55.8	64.6	73.7	83.2	92.7	102.0	111.6
1000			59.0	68.6	78.5	89.3	100.0	110.0	120.6

Source: GFE (2001), pg. 29, Table 1.5.3

The data in Table 4.32 exhibit linear relationships between energy requirements and weight. These relationships can be extrapolated down to the start weight of 125 kg an^{-1} used for heifers in the inventory. From these functions the following equation can be derived (see HAENEL et al., 2010, Chapter 4.5.2), which describes the total energy requirements for maintenance and growth cumulated over the heifer's lifespan:

Die Daten in Table 4.32 zeigen lineare Zusammenhänge zwischen Energiebedarf und Gewicht, die sich bis zu dem im Inventar für die Färsen verwendeten Startgewicht von 125 kg an^{-1} extrapolieren lassen. Aus diesen Funktionen lässt sich die folgende Gleichung für den kumulativen, d. h. über die gesamte Haltungsdauer aufsummierten Energiebedarf für Erhaltung und Zuwachs ableiten (s. HAENEL et al., 2010, Kapitel 4.5.2):

$$\Sigma ME_{\mathrm{bf}} = \left(o_1 \cdot \Delta w_{\mathrm{bf}} + o_2\right) \cdot w_{\mathrm{bf}}{}^2 + \left(p_1 \cdot \Delta w_{\mathrm{bf}} + p_2\right) \cdot w_{\mathrm{bf}} + \left(q_1 \cdot \Delta w_{\mathrm{bf}} + q_2\right) \qquad \textbf{(4.66)}$$

ΣME_{bf}	cumulative metabolisable energy requirement of a heifer for growth and maintenance (in MJ an^{-1} ME)
o_1	constant (o_1 = -0.22109 MJ kg^{-3} an^2 d)
Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in kg an^{-1} d^{-1})
o_2	constant (o_2 = 0.23129 MJ kg^{-2} an)
w_{bf}	animal weight (in kg an^{-1})
p_1	constant (p_1 = -47.7613 MJ kg^{-2} an d)
p_2	constant (p_2 = 50.0264 MJ kg^{-1})
q_1	constant (q_1 = 6986.99 MJ kg^{-1} d)
q_2	constant (q_2 = -7290.72 MJ an^{-1})

On the national scale, cumulative ME requirements for raisinig a heifer are about 40 GJ an^{-1}. This agrees with the 35 to 46 GJ an^{-1} reported in KTBL (2006), pg. 441. KTBL relates this energy amount to the time span ending with the first calving. Hence, it is assumed that the energy requirements (and as a result the further data provided in Table 4.32) comprise the energy required for the development of the conception products.

The mean ME requirements for heifers are calculated as follows:

Der resultierende kumulative ME-Bedarf liegt auf nationaler Ebene in der Größenordnung von 40 GJ pro aufgezogene Färse. Dies entspricht gut dem ME-Bereich von ca. 35 bis 46 GJ, wie er in KTBL (2006), S. 441, angegeben wird. Da die KTBL-Angaben bis zum Erstkalbealter reichen, wird davon ausgegangen, dass sie und somit auch die Daten in Table 4.32 den Energiebedarf zur Entwicklung des ersten Kalbes enthalten.

Für den über die Lebensphase „Färse“ gemittelte täglichen ME-Bedarf folgt:

$$ME_{\mathrm{bf}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\Sigma ME_{\mathrm{bf}}}{\tau_{\mathrm{fin,bf}} - \tau_{\mathrm{fin,ca}}} \qquad \textbf{(4.67)}$$

ME_{bf}	mean daily metabolisable energy requirements of a heifer (in MJ an^{-1} d^{-1} ME)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
ΣME_{bf}	cumulative metabolisable energy requirement of a heifer for growth and maintenance (in MJ an^{-1} ME), see above
$\tau_{\mathrm{fin,bf}}$	date of first calving (in a), see Chapter 4.5.1.2.2
$\tau_{\mathrm{fin,ca}}$	end of calf lifespan (in a), see Chapter 4.5.1.2.2

4.5.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

The data provided in KTBL (2006), pg. 441, allow the derivation of a function quantifying the share of ME that is covered by the (annual) input of concentrates:

Aus den Daten in KTBL (2006, S. 441) lässt sich eine Funktion ableiten, die den Anteil an der pro Jahr aufzunehmenden ME-Menge beschreibt, die durch Kraftfutter gedeckt wird:

$$\Sigma ME_{\mathrm{conc}} = \alpha \cdot ME_{\mathrm{bf}} \cdot \left(r + s \cdot \alpha_{\mathrm{m}} \cdot \tau_{\mathrm{fin,bf}}\right) \qquad \textbf{(4.68)}$$

$\Sigma ME_{\mathrm{conc}}$	share of ΣME_{bf} covered by concentrates (in MJ an^{-1} ME)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
ME_{bf}	mean daily metabolisable energy requirements of a heifer (in MJ an^{-1} d^{-1} ME), see Chapter 4.5.2
r	constant (r = 0.7694 MJ MJ^{-1}), derived from data in KTBL (2006), pg. 441
s	constant (s = 0.0231 MJ MJ^{-1} month^{-1}), derived from data in KTBL (2006), pg. 441
α_{m}	time units conversion factor (α_{m} = 12 month a^{-1})
$\tau_{\mathrm{fin,bf}}$	date of first calving (in a), see Chapter 4.5.1.2.2

The remainder of the energy required is provided by roughage, consisting of pasture grass, grass silage and maize silage.

Der darüber hinaus gehende Energiebedarf wird aus dem Grundfutter bestritten. Er setzt sich zusammen aus Beiträgen aus Weidegras, Grassilage und Maissilage.

$$\Sigma ME_{\mathrm{rough}} = \Sigma ME_{\mathrm{bf}} - \Sigma ME_{\mathrm{conc}} = \Sigma ME_{\mathrm{ma\text{-}s}} + \Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}g}} + \Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}s}} \qquad \textbf{(4.69)}$$

$\Sigma ME_{\mathrm{rough}}$	annual intake of metabolisable energy with roughage (in MJ pl^{-1} a^{-1})
ΣME_{bf}	mean annual total of intake of metabolisable energy per heifer place, defined by the requirements for growth, maintenance and pregnancy (in MJ pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 4.5.2
$\Sigma ME_{\mathrm{conc}}$	annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl^{-1} a^{-1})
$\Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}g}}$	annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ an^{-1} a^{-1})
$\Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}s}}$	annual intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ an^{-1} a^{-1})
$\Sigma ME_{\mathrm{ma\text{-}s}}$	annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ an^{-1} a^{-1})

The share of ME covered with maize silage input is calculated as follows:

Der Energiebeitrag aus Maissilage wird wie folgt berechnet:

$$\Sigma ME_{\mathrm{ma\text{-}s}} = \left(1 - x_{\mathrm{gr}}\right) \cdot \Sigma ME_{\mathrm{rough}} \qquad \textbf{(4.70)}$$

$\Sigma ME_{\mathrm{ma\text{-}s}}$	annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl^{-1} a^{-1})
x_{gr}	share of ME contribution by grass and grass silage (in MJ MJ^{-1}), see below
$\Sigma ME_{\mathrm{rough}}$	annual intake of metabolisable energy with roughage (in MJ pl^{-1} a^{-1})

The share of ME resulting from the input of pasture garss and grass silage is unknown. As an alternative, the share of the roughage dry matter taken in with pasture grass and grasssilage is used. This value is supplied with RAUMIS (DÖHLER et al., 2002).

Der relative ME-Anteil, der aus Weidegras und Grassilage bereitgestellt wird, ist nicht bekannt. Als Ersatz wird der relative Anteil der Trockenmasse von Weidegras und Grassilage an der Gesamttrockenmasse des Raufutters verwendet. Dieser Wert wird von RAUMIS bereitgestellt (DÖHLER et al., 2002).

The energy input with pasture grass is given by:

Für den Energiebeitrag aus Weidegras gilt:

$$\Sigma ME_{\text{gr-g}} = ME_{\text{gr}} \cdot \tau_{\text{gr}} \quad \textbf{(4.71)}$$

$\Sigma ME_{\text{gr-g}}$	annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ pl^{-1} a^{-1})
τ_{gr}	duration of grazing (in d a^{-1}), see above

with

$$ME_{\text{gr}} = u + v \cdot \alpha_{\text{m}} \cdot \tau_{\text{fin, bf}} \quad \textbf{(4.72)}$$

ME_{gr}	daily intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ pl^{-1} d^{-1})
u	constant (u = 43.65 MJ pl^{-1} d^{-1}), derived from data in KTBL (2006), pg. 441
v	constant (v = 0.4573 MJ pl^{-1} d^{-1} month^{-1}), derived from data in KTBL (2006), pg. 441
α_{m}	time units conversion factor (α_{m} = 12 month a^{-1})
$\tau_{\text{fin, bf}}$	date of first calving (in a), see Chapter 4.5.1.2.2

Accordingly, the share of ME supplied with grass silage is

Der ME-Beitrag aus Grassilage ergibt sich als Restglied:

$$\Sigma ME_{\text{gr-s}} = \Sigma ME_{\text{rough}} - \Sigma ME_{\text{ma-s}} - \Sigma ME_{\text{gr-g}} \quad \textbf{(4.73)}$$

$\Sigma ME_{\text{gr-s}}$	annual intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ an^{-1} a^{-1})
ΣME_{rough}	annual intake of metabolisable energy with roughage (in MJ pl^{-1} a^{-1})
$\Sigma ME_{\text{ma-s}}$	annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ an^{-1} a^{-1})
$\Sigma ME_{\text{gr-g}}$	annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ an^{-1} a^{-1})

The respective amounts of concentrates, maize silage, grass silage and pasture grass taken in to meet the ME requirements can be obtained from the specific ME contents of the various diet constitutents. Concentrates serve as a example for the calculation procedure:

Die Mengen an Kraftfutter, Maissilage, Grassilage und Weidegras, die zur Deckung der oben beschriebenen ME-Anteile benötigt werden, ergeben sich mit Hilfe des spezifischen ME-Gehalts der jeweiligen Futterkomponente, wie nachfolgend beispielhaft für das Kraftfutter gezeigt wird:

$$\Sigma m_{\text{F, DM}} = \frac{\Sigma ME_{\text{conc}}}{\eta_{\text{ME, conc}}} \quad \textbf{(4.74)}$$

$\Sigma m_{\text{F, DM}}$	annual intake of dry matter with concentrates (in kg pl^{-1} a^{-1})
ΣME_{conc}	annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl^{-1} a^{-1})
$\eta_{\text{ME, conc}}$	content of metabolisable energy in concentrates, related to dry matter (in MJ kg^{-1}), see Table 4.33

The feed constituent properties required for the inventory (ME content, digestibility, metabolizability, crude protein content) are compiled in Table 4.33. The data for pasture grass, grass silage and maize silage equal those used for dairy cows (see Table 4.17). The properties of concentrates are the same as for male beef cattle (see Table 4.42).

The data for raw protein contents are converted into data on N contents by multiplying the raw protein contents by 1/6.25 (IPCC(2006)-10.58).

Table 4.33 zeigt für die im Inventar verwendeten Futterkomponenten ME-Gehalt, Verdaulichkeit, Umsetzbarkeit und Rohproteingehalt. Die Angaben für Weidegras, Gras- und Maissilage entsprechenden den Daten für Milchkühe in Table 4.17. Der Datensatz für Kraftfutter entspricht den bei männlichen Mastrindern verwendeten Angaben, siehe Table 4.42.

Die Angaben zum Rohproteingehalt werden mit dem Faktor 1/6.25 in N-Gehalte umgerechnet (IPCC(2006)-10.58).

Table 4.33: Heifers, diet constituent properties used in the inventory

(η_{ME}: content of metabolizable energy, related to dry matter; X_{DE}: digestibility of energy; X_{ME}: metabolizability of energy; x_{XP}: raw protein content of feed, related to dry matter; X_{DOM}: digestibility of organic matter; x_{ash}: ash content of feed, related to dry matter)

	η_{ME} MJ (kg DM)$^{-1}$	X_{DE} MJ MJ^{-1}	X_{ME} MJ MJ^{-1}	x_{XP} kg (kg DM)$^{-1}$	X_{DOM} kg kg^{-1}	$x_{ash, feed}$ kg kg^{-1}
grass (pasture)	10.0	0.689	0.558	0.180	0.72	0.125
grass silage	10.0	0.672	0.541	0.162	0.72	0.099
maize silage	10.2	0.693	0.571	0.080	0.73	0.082
concentrates	12.3	0.778	0.645	0.250	0.80	0.055

Source: see text.

In summary, the mean dry matter intake with feed amounts to

Die mittlere tägliche Trockenmasse-Aufnahme über die Nahrung ergibt sich zu:

$$m_{\mathrm{F,\,DM}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{\Sigma ME_{\mathrm{conc}}}{\eta_{\mathrm{ME,\,conc}}} + \frac{\Sigma ME_{\mathrm{ma\text{-}s}}}{\eta_{\mathrm{ME,\,ma\text{-}s}}} + \frac{\Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}g}}}{\eta_{\mathrm{ME,\,gr\text{-}g}}} + \frac{\Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}s}}}{\eta_{\mathrm{ME,\,gr\text{-}s}}} \right) \quad \textbf{(4.75)}$$

$m_{F, DM}$	daily dry matter intake with feed (in kg pl^{-1} d^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
ΣME_{conc}	annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl^{-1} a^{-1})
$\eta_{ME, conc}$	metabolisable energy content of concentrates, related to dry matter (in MJ kg^{-1}), see Table 4.33
$\Sigma ME_{ma\text{-}s}$	annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ an^{-1} a^{-1})
$\eta_{ME, ma\text{-}s}$	metabolisable energy content of maize silage, related to dry matter (in MJ kg^{-1}), see Table 4.33
$\Sigma ME_{gr\text{-}g}$	annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ an^{-1} a^{-1})
$\eta_{ME, gr\text{-}g}$	metabolisable energy content of grass (grazing), related to dry matter (in MJ kg^{-1}), see Table 4.33
$\Sigma ME_{gr\text{-}s}$	annual intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ an^{-1} a^{-1})
$\eta_{ME, gr\text{-}s}$	metabolisable energy content of grass silage, related to dry matter (in MJ kg^{-1}), see Table 4.33

The total amount of nitrogen taken in with feed is obtained by multiplying each term in the equation given above with the respective x_N value according to Table 4.33.

The daily gross energy is derived from the metabolisable energy and the metabolisabilities of the various feed components (assuming constant conditions over time and space).

Die mit dem Futter aufgenommene Stickstoff-Menge erhält man, indem jeder Term in der vorstehenden Gleichung mit dem entsprechenden x_N-Wert nach Table 4.33 multipliziert wird.

Die tägliche Gesamtenergie wird aus der umsetzbaren Energie und den Umsetzbarkeiten der verschiedenen Futteranteile abgeleitet (zeitlich und örtlich konstante Standardwerte).

$$GE_{\mathrm{bf}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{\Sigma ME_{\mathrm{conc}}}{X_{\mathrm{ME,\,conc}}} + \frac{\Sigma ME_{\mathrm{ma\text{-}s}}}{X_{\mathrm{ME,\,ma\text{-}s}}} + \frac{\Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}g}}}{X_{\mathrm{ME,\,gr\text{-}g}}} + \frac{\Sigma ME_{\mathrm{gr\text{-}s}}}{X_{\mathrm{ME,\,gr\text{-}s}}} \right) \quad \textbf{(4.76)}$$

GE_{bf}	daily gross energy intake for heifers (in kg pl^{-1} d^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
ΣME_{conc}	annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl^{-1} a^{-1})
$X_{ME, conc}$	mean metabolisability of concentrates (in MJ MJ^{-1}), see Table 4.33
$\Sigma ME_{ma\text{-}s}$	annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ an^{-1} a^{-1})
$X_{ME, ma\text{-}s}$	mean metabolisability of maize silage (in MJ MJ^{-1}), see Table 4.33
$\Sigma ME_{gr\text{-}g}$	annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ an^{-1} a^{-1})
$X_{ME, gr\text{-}g}$	mean metabolisability of grass (grazing) (in MJ MJ^{-1}), see Table 4.33
$\Sigma ME_{gr\text{-}s}$	annual intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ an^{-1} a^{-1})
$X_{ME, gr\text{-}s}$	mean metabolisability of grass silage (in MJ MJ^{-1}), see Table 4.33

The mean feed digestibility is obtained by averaging the digestibilities of the various feed components (see Table 4.33) weighted with the respective intakes of these feed components.

Die mittlere Verdaulichkeit des Futters ergibt sich aus der mit den einzelnen Futtermengen gewichteten Mittelung der Verdaulichkeiten der einzelnen Futterkomponenten, die in Table 4.33 aufgeführt sind.

4.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. This methods needs the gross energy intake (see Chapter 4.5.3) and the methane conversion factor $x_{CH4, GE}$ as input.

The methane conversion rate is used as provided by IPCC(2006)-10.30, Table 10.12: $x_{CH4, bf}$ = 0,065 MJ MJ^{-1}.

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 4.5.3) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4, GE}$ berechnet.

Der Methan-Umwandlungsfaktor wird IPCC (2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert und eine Normalverteilung angenommen.

4.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, cf. Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculate using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

The necessary information on the digestability of organic matter and the ash contents of the diet are obtained as weighted means from the properties of feed constituents as listed in Table 4.33. The national mean digestibility of organic matter for 2010 is 0.729 kg kg^{-1}, the national mean ash content for 2010 amounts to 0.098 kg kg^{-1} (related to dry matter of feed).

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 4.2 (see Chapter 4.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden mit einem Stufe-2-Verfahren bestimmt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Die dazu notwendigen Daten zur Verdaulichkeit von organischer Substanz und dem Aschegehalt im Futter ergeben sich im gewichteten Mittel aus den Angaben zu den Rationskomponenten in Table 4.33. Die mittlere Verdaulichkeit von organischer Substanz liegt im Deutschlandmittel für 2010 bei 0,729 kg kg^{-1}, das nationale Mittel des Aschegehaltes liegt im Jahr 2010 bei 0,098 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse).

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) sind Table 4.2 in Kapitel 4.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

4.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

4.5.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

4.5.7.1 *N excretion / N-Ausscheidung*

N excretion data are obtained from the N mass balance using the amounts of N intake, N retention due to growth and N retained in the first calf.

The N intake rate is assessed from the dry matter intake rate of the various diet constituents and their specific N contents (see Chapter 4.5.3).

The amount of N retained is calculated assuming an N content of the animals body of 0.0272 kg kg^{-1} N (LFL, 2006a, Table 8).

The birth weight of a calf is assumed to be 41 kg an^{-1}, the specific N content 0.0272 kg kg^{-1} N.

The TAN content is calculated according to Chapter 3.3.3.2. It is variable.

Die N-Ausscheidungen werden aus der Bilanz aus aufgenommenem, retiniertem und im ersten Kalb gespeichertem N berechnet.

Die N-Aufnahme ergibt sich aus der Trockenmasseaufnahme der einzelnen Rationskomponenten und deren spezifischen N-Gehalten (siehe Kapitel 4.5.3).

Der N-Retention liegt ein N-Gehalt des Tierkörpers von 0,0272 kg kg^{-1} N zugrunde (LFL, 2006a, Tabelle 8).

Für das Kalb wird ein Geburtsgewicht von 41 kg an^{-1} und ein spezifischer N-Gehalt von 0,0272 kg kg^{-1} N angesetzt.

Der TAN-Gehalt wird nach Kapitel 3.3.3.2 berechnet und ist variabel.

4.5.7.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The amounts of N are given in Table 4.34. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

As no bedding is taken into account during the grazing period, the annual amount of bedding actually used depends on the duration of the grazing period.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.34 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Da für Weidezeiten keine Einstreu berücksichtigt wird, hängt die im Inventar für das gesamte Jahr verwendete Einstreumenge von der Weidedauer ab.

Table 4.34: Heifers, N inputs with straw in solid-manure systems

Housing type	Haltungssystem	straw input kg pl^{-1} d^{-1}	dry matter (DM) kg pl^{-1} d^{-1}	N input (in DM) kg pl^{-1} d^{-1}	TAN kg pl^{-1} d^{-1}
tied systems	Anbindehaltung	2.0 [a]	1.7	$10.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$
loose housing	Laufstall	3.0 [b]	2.6	$15.0 \cdot 10^{-3}$	$7.5 \cdot 10^{-3}$

[a] Source: Expert judgement (EURICH-MENDEN B, KTBL)
[b] Source: Expert judgement (EURICH-MENDEN B, WULF S, KTBL)

4.5.7.3 *Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und Weide*

The TAN related emission factors for cattle are used (see Table 4.3Table 4.20).

The NH_3-N emission factor for grazing is 0.06 kg kg^{-1} N, related to TAN excreted (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

N_2O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated according to Chapter 11.5. For further details see Chapters 3.3.4.3.5 and 4.3.8.5.1.

Es werden die auf TAN bezogenen Emissionsfaktoren für Rinder verwendet (vgl. Table 4.20).

Für Weidegang beträgt der auf die ausgeschiedene TAN-Menge bezogene NH_3-N-Emissionsfaktor 0,06 kg kg^{-1} N (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden nach Kapitel 11.5 berechnet. Zu weiteren Einzelheiten siehe Kapitel 3.3.4.3.5 und 4.3.8.5.1.

4.5.7.4 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

For the emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 from storage see Table 4.4 and Table 4.5.

The emission factors of NH_3 are given in Chapter 4.2.4 for the different spreading techniques and times before incorporation.

Für die Emissionsfaktoren für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Lager siehe Table 4.4 und Table 4.5.

Die Emissionsfaktoren von NH_3 für die verschiedenen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten gehen aus Kapitel 4.2.4 hervor.

4.5.7.5 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

4.5.7.6 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

The uncertainties of the NH_3 emission factor for grazing and for the related activity (N excretion during grazing) see Chapter 4.3.8.9.

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

Zu den Unsicherheiten des NH_3-Emissionsfaktors für Weidegang sowie des entsprechenden Aktivitätswertes (N-Ausscheidung auf der Weide) siehe Kapitel 4.3.8.9.

4.5.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) are listed in Table 4.35.

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

(Unlike for pigs the emission factors for slurry based systems are higher than those for straw based systems, see EMEP(2013)-3B-46).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Zu den Emissionsfaktoren (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) siehe Table 4.35.

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

(Anders als bei Schweinen sind die Emissionsfaktoren für güllebasierte Systeme größer als für Systeme mit Einstreu, siehe dazu EMEP(2013)-3B-46).

Table 4.35: Heifers, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.52	0.24	0.16
slurry based	güllebasiert	0.69	0.32	0.21

Source: EMEP(2013)- 3B -29, Table 3.11

4.5.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 4.36: Heifers, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.03	
		CH_4 manure management	EM1005.03	
		NMVOC	EM1007.03	
		NH_3	EM1009.03	
		N_2O	EM1009.33	
		NO	EM1009.63	
		TSP	EM1010.03	
		PM_{10}	EM1010.33	
		$PM_{2.5}$	EM1010.63	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.03	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.03	
		CH_4 manure management	IEF1005.03	
		NMVOC	IEF1007.03	
		NH_3	IEF1009.03	
		N_2O	IEF1009.31	
		NO	IEF1009.59	
		TSP	IEF1010.03	
		PM_{10}	IEF1010.31	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.59	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.67	AI1005CAT.97
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.11	EXCR.15

4.6 Male beef cattle / Männliche Mastrinder

In the inventory, male cattle above 125 kg and below 2 years are considered to be beef cattle. (Mature males > 2 years are counted separately, see Chapter 4.8.)

In the inventory the subcategory "male beef cattle" comprises the census categories "calves" (partly), "male young cattle 8 months to 1 year" and "male young cattle 1 to 2 years" , see Chapter 4.8.1.1.

In the inventory, the category "male beef cattle" is a subcategory of „other cattle", see Chapter 4.9.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 4.37.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Als männliche Mastrinder werden im Inventar männliche Tiere ab 125 kg bezeichnet und einem Alter bis zu 2 Jahren gezählt. (Männliche Rinder > 2 Jahre werden gesondert gezählt, siehe Kapitel 4.8.)

Im Inventar werden unter „Männliche Mastrinder" die Kategorien „Kälber" (teilweise), „Jungvieh männlich 8 Monate bis unter 1 Jahr" und „Jungvieh männlich 1 bis 2 Jahre" zusammengefasst, siehe Kapitel 4.8.1.1.

Im Inventar ist die Kategorie „Männliche Mastrinder" eine Unterkategorie der „übrigen Rinder", siehe Kapitel 4.9.

Die Emissionen werden nach den in Table 4.37 zusammengestellten Methoden berechnet.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 4.37: Male beef cattle, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	3	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

4.6.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.6.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Länder (STATLA C III 1 – vj 4).

Animal numbers for "male young cattle 8 months to 1 year" and "male young cattle 1 to 2 years" are taken from the census.

Additionally, the male share of the calves not considered in Chapter 4.4.1.1 ($1/2 \cdot n_A$) is taken into account. The calculation of this share is based on the assumption that the gender distribution be equal to that of young cattle between 6 and 12 months (n_B, n_C).

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (STATLA C III 1 – vj 4).

Die Zahlen für „Jungvieh männlich 8 Monate bis unter 1 Jahr" und „Rinder männlich 1 bis 2 Jahre" entstammen der Statistik.

Hinzu kommt von den in Kapitel 4.4.1.1 nicht berücksichtigten Kälbern ($1/2 \cdot n_A$) der männliche Anteil, wobei angenommen wird, dass die Geschlechtsverteilung gleich der des Jungviehs zwischen einem halben und einem ganzen Jahr (n_B, n_C) ist.

$$n_{bm} = n_B + n_D + \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_B}{n_B + n_C} \qquad \textbf{(4.77)}$$

n_{bm} number of male beef cattle considered
n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.1)

For the uncertainties of the animal numbers used above see Chapter 4.1

Zu den Unsicherheiten der o. g. Tierzahlen siehe Kapitel 4.1.

4.6.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The emission calculations require data on animal weights, animal weight gains and diet composition. German statistics do not provide any complete time series, nor do they resolve data with space.

The initial weight of male beef cattle is assumed to 125 kg kg an^{-1}, which is the final weight of the inventory category "calves".

Die Emissionsberechnung benötigt Tiergewichte, Gewichtszunahmen sowie die Futterzusammensetzung. Die deutschen Statistiken liefern in keinem Fall vollständige und örtlich aufgelöste Zeitreihen.

Das Anfangsgewicht der Kategorie „Mastbullen" wird im Inventar mit 125 kg an^{-1} abgesetzt, dem Endgewicht der Kategorie „Kälber".

Slaughter statistics report on the number and the overall weight of carcasses produced in the abattoirs of the respective federal state. From these data the live weight at the time of slaughtering was calculated (for the method see Chapter 3.1.2.4) using a factor $c_{w,\,mb}$ = const = 0.56 kg kg^{-1} (Statistisches Bundesamt).

The HIT system (*Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere*, StMELF, undated) was introduced in Germany in accordance with the EU (1997) to guarantee the knowledge of origin of animals and to safeguard the respective information. It provides the age of slaughtering and slaughter weights (carcass weights, to some extent weights before slaughtering) for male cattle since 1999 (inclusively). These data cover single districts and are complete.

The inventory uses up to 1998 the carcass weights calculated from the *slaughter statistics*. From 1999 onwards the carcass weights of the HIT data base are used. The available carcass weights are listed in Table 4.38. As the table size does not allow to present the complete timeseries, every other year is omitted in the 1990ies. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

Die *Schlachtstatistiken* erfassen die in einem Bundesland in Schlachthöfen geschlachteten Tiere und deren Schlachtkörpergewichte. Daraus wurden unter Verwendung des festen Faktors $c_{w,\,mb}$ = 0,56 kg kg^{-1} (Statistisches Bundesamt) für das Bundesland typische Lebendgewichte bei Schlachtung berechnet (s. dazu Kapitel 3.1.2.4).

Das *Herkunftssicherungs- und Informationssystems für Tiere (HIT)* (StMELF, o.J.), das gemäß den Vorgaben der Europäischen Gemeinschaft (1997) eingerichtet wurde, liefert Schlachtalter und Schlachtgewicht für männliche Rinder aufgeschlüsselt nach Landkreisen und Jahren für den Zeitraum ab 1999 einschließlich. Diese Erfassung ist vollständig.

Das Inventar verwendet bis einschließlich 1998 die aus den Schlachtstatistiken abgeleiteten Schlachtgewichte und ab 1999 die Schlachtgewichte aus der HIT-Datenbank. Zu den verfügbaren Schlachtkörpergewichten siehe Table 4.38. Aus Platzgründen wurde in den 1990er Jahren jedes zweite Jahr weggelassen.

Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein verwendet, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Table 4.38: Male beef cattle, carcass weight (in kg an^{-1})

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	352	345	357	353	356	346	347	340	343	341	347	352	356	348	348	352	353	358	363
BY	369	364	370	365	370	380	384	380	382	379	386	390	397	391	391	394	396	400	404
BB		324	341	334	342	335	342	334	338	333	337	347	350	342	348	352	357	359	360
HE	353	346	359	350	351	344	345	337	338	338	342	349	355	343	347	355	353	357	361
MV		313	324	321	315	333	332	319	319	322	326	334	343	335	344	353	360	360	367
NI	352	348	355	348	351	359	363	358	363	357	366	370	375	369	374	377	377	380	386
NW	354	350	358	355	354	375	381	375	380	376	386	389	394	388	392	396	397	401	404
RP	341	335	354	343	335	338	333	331	334	336	340	346	350	342	346	353	354	358	358
SL	356	346	361	366	363	328	322	321	328	331	331	342	350	340	347	356	359	358	350
SN		319	344	335	338	338	342	336	336	336	339	348	357	346	348	349	349	354	354
ST		312	335	330	335	342	347	331	331	333	334	347	353	345	347	353	351	352	361
SH	344	339	347	339	333	339	341	339	344	337	347	355	362	352	356	363	357	353	358
TH		321	352	345	342	342	349	339	342	339	344	349	356	346	350	352	352	356	358

Source 1990 - 1998: Calculated from data in STATISTISCHES BUNDESAMT. Fachserie 3: Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung
Source from 1999 onwards: HIT, communicated data set

In their annual reports, the *German association of cattle breeders (ADR)* publish data on beef cattle production including details regarding live weight before slaughtering, age at slaughtering and weight gains for a random sample of about 6000 to 7000 animals (ADR, 1993 ff).

The three data sets (calculation, HIT, ADR) are incompatible. Consequently, a method to achieve a data gap closure had to be developed. It is described in the following:

Weight before slaughtering

A comparison of the data calculated from official slaughter statistics with those provided by HIT shows that they do not differ much. Baden-Württemberg and Saarland are exceptions, where the number of animals slaughtered differs considerably from the number of animals produced.

Die *Arbeitsgemeinschaft der Rinderzüchter Deutschlands (ADR)* beschreibt in ihren jährlichen Berichten Ergebnisse der Fleischleistungsprüfung mit Angaben zu Lebendgewicht bei Schlachtung, Schlachtalter und täglichen Zunahmen für eine Stichprobe von 6000 bis 7000 Tieren (ADR, 1993 ff).

Die drei Datensätze (Berechnung, HIT, ADR) sind nicht ineinander überführbar. Folglich musste eine Methode zur Schließung der Datenlücken entwickelt werden. Sie ist im Folgenden beschrieben:

Lebendendgewichte

Die aus der Schlachtstatistik berechneten Lebendendgewichte und die HIT-Datensätze weichen nicht wesentlich voneinander ab. Ausnahmen sind Baden-Württemberg und Saarland. Dort weichen die Zahlen der im Land produzierten und der im Land geschlachteten Tiere stark voneinander ab.

Weight gains

From 1999 onwards, the data provided in the HIT data base allow for the derivation of mean weight gains in single federal states (see Table 4.39). For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg. No differention was made with respect to races.

Gewichtszunahmen

Die Datensätz der HIT-Datenbank erlauben die Ableitung von Gewichtszunahmen auf Bundeslandeben ab 1999, wie Table 4.39 zeigt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein verwendet, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg. Eine Differenzierung nach Rassen wurde nicht vorgenommen.

Table 4.39: Male beef cattle, mean weight gains $\Delta w_{bm,\ HIT}$ derived from HIT data (in g an^{-1} d^{-1})

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	1060	1058	1029	1014	1019	1029	1066	1076	1095	1069	1065	1075	1093	1110	1110
BY	1223	1230	1221	1202	1199	1200	1234	1236	1255	1254	1256	1267	1283	1297	1305
BB	1032	978	990	970	972	985	1005	1030	1032	1012	1032	1045	1069	1076	1058
HE	1024	1023	1001	974	970	981	1018	1035	1051	1008	1017	1042	1054	1072	1061
MV	1039	1027	1041	985	982	1014	1048	1064	1082	1056	1082	1109	1145	1131	1146
NI	1094	1098	1090	1069	1071	1071	1101	1096	1113	1108	1118	1132	1151	1164	1159
NW	1159	1169	1159	1130	1126	1140	1181	1184	1205	1196	1203	1223	1244	1257	1246
RP	1012	1019	969	956	966	986	1020	1037	1059	1016	1023	1052	1074	1088	1058
SL	943	956	924	917	949	960	990	1019	1037	998	1019	1054	1066	1079	1024
SN	1063	1042	1029	1003	1006	1017	1032	1056	1079	1063	1066	1060	1074	1102	1099
ST	1049	1066	1050	998	963	990	999	1046	1068	1028	1025	1041	1065	1074	1082
SH	971	1006	994	981	985	985	1013	1017	1031	1023	1028	1042	1046	1032	1020
TH	1072	1070	1059	1045	1041	1045	1068	1076	1103	1080	1093	1102	1106	1143	1131
Germany	1119	1127	1113	1091	1090	1095	1130	1131	1149	1138	1145	1159	1178	1190	1187

Source: HIT, communicated data set

DÄMMGEN et al. (2009a) developed an approximation to complete the time series shown in Table 4.39 for the years before 1999. The data in the respective time series were aggregated to form national means. These were compared to weight gains deduced from ADR reports (see Table 4.40). The ADR data set comprises the results of sample surveys for all races.

DÄMMGEN et al. (2009a) entwickelten ein Näherungsverfahren, um die in Table 4.39 gezeigten Zeitreihen für die Jahre vor 1999 zu ergänzen. Dazu wurden die aus diesen Zeitreihen aggregierten nationalen Werte mit Gewichtszunahmen verglichen, die aus den ADR-Berichten abgeleitet wurden, siehe Table 4.40. Die ADR-Daten beruhen auf Stichproben über alle Rassen.

Table 4.40: Male beef cattle, mean weight gains $\Delta w_{bm,\ ADR}$ (g an^{-1} d^{-1})

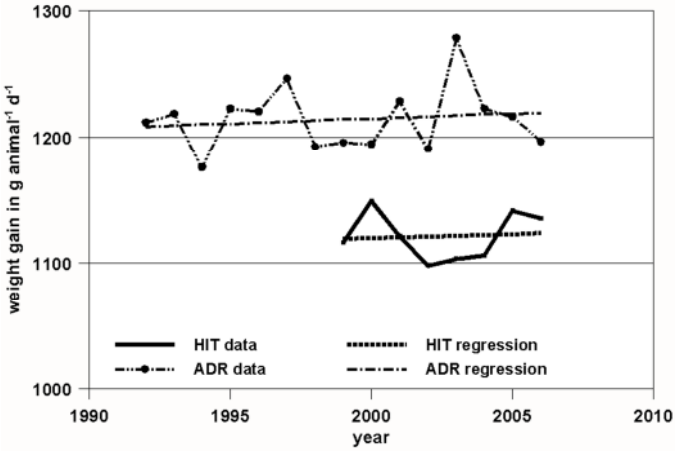
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Germany			1212	1219	1176	1223	1221	1247	1193	1196	1195	1229	1191	1279	1223	1217	1197

calculated from ADR data (ADR, 1993 ff)

As demonstrated by Figure 4.4, the ADR data for 1999 to 2006 exceed the means deduced from HIT data by about 100 g an^{-1} d^{-1}.

Wie Figure 4.4 zeigt, liegen die ADR-Daten in den Jahren 1999 bis 2006 im Mittel um 100 g an^{-1} d^{-1} höher als die aus den HIT-Daten abgeleiteten Mittelwerte.

Figure 4.4: Male beef cattle, comparison of weight gain data (ADR and HIT data sets on the national level)



The HIT data set is based on a comlete registration of all cattle, whereas the ADR data set is based on sample surveys. Hence it was decided to use the HIT data as target data for the gap closing procedure. The ADR data in Table 4.40 were corrected, and the weight gain reduced by 100 g an^{-1} d^{-1}. In addition, a factor f_j was introduced to specifically address and complete the data sets for each single federal state shown in Table 4.39 for the years prior to 1999.

Die HIT-Daten beruhen auf einer vollständigen Erfassung aller Rinder, während die aus den ADR-berichten abgeleiteten Daten auf Stichproben basieren. Daher wurde entschieden, die HIT-Daten als Zielgröße für das Lückenschlussverfahren zu verwenden und hierfür die ADR Daten aus Table 4.40 um 100 g an^{-1} d^{-1} nach unten zu korrigieren, wobei das Ergebnis noch mit einem für jedes Bundesland spezifischen Faktor f_j zu multiplizieren ist, um die in Table 4.39 gezeigten Zeitreihen auf Bundeslandebene vor 1999 zu ergänzen:

$$\Delta w_{\text{bm, i, j}} = \left(\Delta w_{\text{bm, ADR, i}} - a\right) \cdot \text{f}_{\text{j}} \qquad \textbf{(4.78)}$$

$\Delta w_{\text{mb, i, j}}$	weight gain of male beef cattle in federal state j for the years i before 1999 in Table 4.39 (in g an^{-1} d^{-1})
$\Delta w_{\text{mb, ADR,i,}}$	weight gain of male beef cattle in year i as derived from ADR data on national level (in g an^{-1} d^{-1})
a	correction term (a = 100 g an^{-1} d^{-1})
f_j	correction factor for federal state j (see below)

The correction factor was derived from the data shown in Table 4.39 for the years from 1999 to 2006 as ratio between the weight gains achieved in a federal state and the national mean weight gain. These ratios are collated in Table 4.41. They proved to be almost constant for each federal state. So, a mean of these annual ratios was formed (the very right column in Table 4.41) and used as correction factor f_j.

The still remaining gaps, i.e. the weigth gains in the years 1990 and 1991 were closed by using the respective data for 1992.

Zur Ableitung des Korrekturfaktors f_j wurden die Daten in Table 4.39 für die Jahre 1999 bis 2006 bzgl. des Verhältnisses von bundeslandspezifischem Wert zu nationalem Mittelwert ausgewertet. Diese Verhältnisse, die in Table 4.41 gezeigt werden, erwiesen sich für die einzelnen Bundesländer über die Jahre als relativ konstant. Daher wurde der bundeslandspezifische zeitliche Mittelwert (ganz rechte Spalte in Table 4.41) als Korrekturfaktor f_j verwendet.

Für die damit in Table 4.39 noch verbliebenen Datenlücken in den Jahren 1990 und 1991 wurden die Daten von 1992 übernommen.

Table 4.41: Male beef cattle, correction factor f_j

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	mean (f_j)
Baden-Württemberg	0.95	0.94	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94
Bayern	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10	1.09	1.09	1.10
Brandenburg	0.92	0.87	0.89	0.89	0.89	0.90	0.89	0.91	0.89
Hessen	0.92	0.91	0.90	0.89	0.89	0.90	0.90	0.92	0.90
Mecklenburg-Vorpommern	0.93	0.91	0.93	0.90	0.90	0.93	0.93	0.94	0.92
Niedersachsen	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98
Nordrhein-Westfalen	1.04	1.04	1.04	1.04	1.03	1.04	1.05	1.05	1.04
Rheinland-Pfalz	0.90	0.90	0.87	0.88	0.89	0.90	0.90	0.92	0.90
Saarland	0.84	0.85	0.83	0.84	0.87	0.88	0.88	0.90	0.86
Sachsen	0.95	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.91	0.93	0.93
Sachsen-Anhalt	0.94	0.95	0.94	0.91	0.88	0.90	0.88	0.92	0.92
Schleswig-Holstein	0.87	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89
Thüringen	0.96	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95
Stadtstaaten	0.87	0.91	0.91	0.91	0.94	0.91	0.94	0.95	0.92

4.6.2 Energy requirements / Energiebedarf

The description of energy requirements is given in KTBL (2008), pp. 560 et seq.

DÄMMGEN et al. (2005) developed a relation to derive the cumulative metabolizable energy ΣME_2 as a function of the final weight of the animals:

Die Beschreibung des Bedarfs an umsetzbarer Energie ME beruht auf KTBL (2008), S. 560 ff.

DÄMMGEN et al. (2005) entwickelten eine Formel zur Berechnung der kumulativen metabolisierbaren Energie ΣME_2 in Abhängigket vom Endgewicht:

$$\Sigma ME_2 = a \cdot w_{\text{fin}} - \left(b \cdot w_{\text{fin}} - c\right) \cdot \ln\left(\frac{\Delta w_{\text{mb}}}{\Delta w_{\text{unit, g}}}\right) - d \qquad \textbf{(4.79)}$$

ΣME	cumulative metabolisable energy for fattening period 2 (in MJ an^{-1})
a	constant (a = 444.6 MJ kg^{-1})
w_{fin}	final live weight (in kg an^{-1}), see Chapter 4.6.1.2
b	constant (b = 48.936 MJ kg^{-1})
c	constant (c = 9020 MJ an^{-1})
Δw_{mb}	mean live weight gain per day (in g an^{-1} d^{-1}), see Chapter 4.6.1.2
$\Delta w_{unit,\,g}$	unit weight gain ($\Delta w_{unit,\,g}$ = 1 g an^{-1} d^{-1})
d	constant (d = 91765 MJ an^{-1})

4.6.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

The overall ME requirements are covered by concentrates and roughage. The relative share of concentrates is described with the following relation, using a regression approach and the two variants of maize silage /concentrates provided in KTBL (2008), pg. 562 (R^2 = 0.9998).

Der Gesamtbedarf an ME wird durch Rindermastfutter sowie Raufutter gedeckt. Der relative Beitrag des Kraftfutters wird mit der nachstehenden Formel beschrieben, die mittels Regression aus Angaben in KTBL (2008), S. 562, zu zwei verschiedenen Rindermastfutter/Maissilage-Varianten abgeleitet wurde (R^2 = 0,9998).

$$x_{\mathrm{F,\,ME,\,conc}} = a - b \cdot w_{\mathrm{fin}} \qquad \textbf{(4.80)}$$

$x_{F,\,ME,\,conc}$	share of total feed ME contributed by concentrates (in MJ MJ^{-1})
a	constant (a = 0.353 MJ MJ^{-1})
b	constant (b = $7.798 \cdot 10^{-5}$ MJ MJ^{-1} an kg^{-1})
w_{fin}	final live weight (in kg an^{-1}) , see Chapter 4.6.1.2

Beef bulls are rarely grazed. However this topic has to be taken into account according to the results of the 2010 agricultural census (LZ2010). The calculation of ME requirements assumes that the ME input with roughage is proportional to the share of time during which the animals are grazed. ME is then taken in with pasture grass, whereas maize silage is the ME source for the remaining time.

Weidegang von männlichen Mastrindern ist selten, muss aber nach den Ergebnissen der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ 2010) berücksichtigt werden. Dies erfolgt bei der ME-Bedarfsberechnung, indem der mit Raufutter aufzunehmende ME-Betrag proportional zur Weidedauer durch Weidegras gedeckt wird, während der Rest des Raufutter-ME aus Maissilage aufgenommen wird.

These assumptions combined with the knowledge of ME and N contents of all diet constituents (including concentrates) allow for a quantification of the dry matter and nitrogen intake (see Chapter 4.5.3 for a detailed description of the general approach).

The properties of the diet constituents are listed in Table 4.42.

Damit sowie mit dem ME-Gehalt und dem N-Gehalt von Maissilage und Rindermastfutter lassen sich die mit dem Futter aufgenommenen Mengen von Trockenmasse und Stickstoff berechnen. (Zur prinzipiellen Vorgehensweise siehe Kapitel 4.5.3).

Die im Inventar verwendeten Futterkennwerte sind Table 4.42 zu entnehmen.

Table 4.42: Male beef cattle, diet characteristics used in the inventory

(η_{ME}: content of metabolizable energy, related to dry matter; X_{DE}: digestibility of energy; X_{ME}: metabolizability of energy; x_{XP}: raw protein content of feed, related to dry matter; X_{DOM}: digestibility of organic matter; x_{ash}: ash content of feed, related to dry matter)

	η_{ME} MJ (kg DM)$^{-1}$	X_{DE} MJ MJ^{-1}	X_{ME} MJ MJ^{-1}	x_{XP} kg (kg DM)$^{-1}$	X_{DOM} kg kg^{-1}	$x_{ash,\,feed}$ kg kg^{-1}
grass (pasture)	10.0 [a]	0.689 [a]	0.558 [a]	0.180 [a]	0.72 [a]	0.125 [a]
maize silage	10.2 [a]	0.693 [a]	0.571 [a]	0.080 [a]	0.73 [a]	0.082 [a]
concentrates	12.3 [b]	0.778 [c]	0.645 [c]	0.250 [b]	0.80 [c]	0.055 [c]

[a] Source: Table 4.17
[b] Source: derived from "Rindermastfutter" in DLG (2005), pg. 13.
[c] Source: based on BEYER et al. (2004) with (in dry matter) 30 % barley (BEYER No. 6135), 30 % wheat (BEYER No. 6113) and 40 % rape groats (BEYER No. 7431), percentages obtained by optimizing the feed composition to obtain the ME content of 12.3 MJ kg^{-1} in dry matter as well as the XP content in dry matter of 0.25 kg kg^{-1} as implied by the data for "Rindermastfutter" in DLG (2005), pg. 13.

The data in Table 4.42 concerning pasture grass and maize silage equals those provided in Table 4.17.

The data for raw protein contents are converted into data on N contents by multiplying the raw protein contents by 1/6.25 (IPCC(2006)-10.58).

Die Angaben für Weidegras und Maissilage in Table 4.42 entsprechen den Daten in Table 4.17.

Die Angaben zum Rohproteingehalt werden mit dem Faktor 1/6.25 in N-Gehalte umgerechnet werden (IPCC(2006)-10.58).

The GE intake during the entire fattening period is calculated by analogy to the procedure described for heifers (see Chapter 4.5.3).

The mean feed digestibility is obtained by averaging the digestibilities of the various feed components (see Table 4.33) weighted with the respective intakes of these feed components.

Die Berechnung der über die gesamte Mastdauer gemittelten täglichen GE-Aufnahme erfolgt analog zur Vorgehensweise bei den Färsen, siehe Kapitel 4.5.3.

Die mittlere Verdaulichkeit des Futters ergibt sich aus der mit den einzelnen Futtermengen gewichteten Mittelung der Verdaulichkeiten der einzelnen Futterkomponenten, die in Table 4.33 aufgeführt sind.

4.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. This methods needs the gross energy intake (see Chapter 4.6.3) and the methane conversion factor $x_{CH4, GE}$ as input.

The methane conversion rate was used as provided by IPCC(2006)-10.30, Table 10.12: $x_{CH4, bf}$ = 0,065 MJ MJ^{-1}.

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 4.6.3) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4, GE}$ berechnet.

Der Methan-Umwandlungsfaktor wurde IPCC(2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert und eine Normalverteilung angenommen.

4.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, cf. Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

The necessary information on the digestability of organic matter and the ash contents of the diet are obtained as weighted means from the properties of feed constituents as listed in Table 4.42. The national mean digestibility of organic matter for 2010 is 0.75 kg kg^{-1}, the national mean ash content (related to dry matter) for 2010 amounts to 0.076 kg kg^{-1}.

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 4.2 (see Chapter 4.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden mit einem Stufe-2-Verfahren bestimmt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Die dazu notwendigen Daten zur Verdaulichkeit von organischer Substanz und dem Aschegehalt im Futter ergeben sich im gewichteten Mittel aus den Angaben zu den Rationskomponenten in Table 4.42. Die mittlere Verdaulichkeit von organischer Substanz liegt im Deutschlandmittel für 2010 bei 0,75 kg kg^{-1}, das nationale Mittel des Aschegehaltes liegt im Jahr 2010 bei 0,076 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse).

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) sind Table 4.2 in Kapitel 4.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

4.6.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

4.6.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions, of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen, der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

4.6.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

N excretions are calculated as difference between the amounts of N taken in and N retained.

The N intake rate is assessed from the dry matter intake rate of the various diet constituents and their specific N contents (see Chapter 4.5.3).

The amount of N retained is calculated assuming an N content of the animal body of 0.0272 kg kg^{-1} N (LfL, 2006a, Table 8).

The overall N excretion rates entering storage are obtained from the overall N excretion rates reduced by a share dropped during grazing that is proportional to the duration of grazing (see Chapter 11.5).

The TAN content is calculated according to Chapter 3.3.3.2. It is variable.

Die N-Ausscheidungen werden aus der Bilanz aus aufgenommenem und retiniertem N berechnet.

Die N-Aufnahme ergibt sich aus der Trockenmasseaufnahme der einzelnen Rationskomponenten und deren spezifischen N-Gehalte (siehe Kapitel 4.5.3).

Der retinierten N-Menge liegt ein N-Gehalt des Tierkörpers von 0,0272 kg kg^{-1} N zugrunde (LfL, 2006a, Tabelle 8).

Von der Gesamt-N-Ausscheidung wird ein zur Weidedauer proportionaler Anteil subtrahiert und der Berechnung der Emissionen aus Weidegang zugrundegelegt (siehe Kapitel 11.5).

Der TAN-Gehalt wird nach Kapitel 3.3.3.2 berechnet und ist variabel.

4.6.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The amounts of N are given in Table 4.43. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

As no bedding is taken into account during the grazing period, the annual amount of bedding actually used depends on the duration of the grazing period.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.43 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Da für Weidezeiten keine Einstreu berücksichtigt wird, hängt die im Inventar für das gesamte Jahr verwendete Einstreumenge von der Weidedauer ab.

Table 4.43: Male beef cattle, N inputs with straw in solid-manure systems

Housing type	Haltungssystem	straw input kg pl^{-1} d^{-1}	dry matter (DM) kg pl^{-1} d^{-1}	N input (in DM) kg pl^{-1} d^{-1}	TAN kg pl^{-1} d^{-1}
tied systems	Anbindehaltung	2.0 [a]	1.7	$10.0 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$
loose housing, sloped floor	Laufstall, Tretmist	2.5 [b]	2.2	$12.5 \cdot 10^{-3}$	$6.2 \cdot 10^{-3}$

[a] Assumption: same value as for heifers, tied systems (cf. Table 4.34)
[b] Source: KTBL (2006a), pg. 365

4.6.7.3 Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und von der Weide

The TAN related emission factors for cattle are used (see Table 4.20).

The NH_3-N emission factor for grazing is 0.06 kg kg^{-1} N, related to TAN excreted (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

N_2O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated according to Chapter 11.5. For further details see Chapters 3.3.4.3.5 and 4.3.8.5.1.

Es werden die auf TAN bezogenen Emissionsfaktoren für Rinder verwendet (vgl. Table 4.3).

Für Weidegang beträgt der auf die ausgeschiedene TAN-Menge bezogene NH_3-N-Emissionsfaktor 0,06 kg kg^{-1} N (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden nach Kapitel 11.5 berechnet. Zu weiteren Einzelheiten siehe Kapitel 3.3.4.3.5 und 4.3.8.5.1.

4.6.7.4 Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung

For the emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 from storage see Table 4.4 and Table 4.5.

The emission factors of NH_3 are given in Chapter

Zu den Emissionsfaktoren für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Lager siehe Table 4.4 und Table 4.5.

Die Emissionsfaktoren von NH_3 für die verschiedenen

4.2.4 for the different spreading techniques and times before incorporation.

Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten gehen aus Kapitel 4.2.4 hervor.

4.6.7.5 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

4.6.7.6 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

The uncertainties of the NH_3 emission factor for grazing and for the related activity (N excretion during grazing) see Chapter 4.3.8.9.

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

Zu den Unsicherheiten des NH_3-Emissionsfaktors für Weidegang sowie des entsprechenden Aktivitätswertes (N-Ausscheidung auf der Weide) siehe Kapitel 4.3.8.9.

4.6.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) are listed in Table 4.44. For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

(Unlike for pigs the emission factors for slurry based systems are higher than those for straw based systems, see EMEP(2013)-3B-46).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) sind in Table 4.44 zusammengestellt. Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

(Anders als bei Schweinen sind die Emissionsfaktoren für güllebasierte Systeme größer als für Systeme mit Einstreu, siehe dazu EMEP(2013)-3B-46).

Table 4.44: Male beef cattle, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing (first estimates)

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.52	0.24	0.16
slurry based	güllebasiert	0.69	0.32	0.21

Source: EMEP(2013)- 3B -29, Table 3.11

4.6.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 4.45: Male beef cattle, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.04	
		CH_4 manure management	EM1005.04	
		NMVOC	EM1007.04	
		NH_3	EM1009.04	
		N_2O	EM1009.34	
		NO	EM1009.64	
		TSP	EM1010.04	
		PM_{10}	EM1010.34	
		$PM_{2.5}$	EM1010.64	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.04	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.04	
		CH_4 manure management	IEF1005.04	
		NMVOC	IEF1007.04	
		NH_3	IEF1009.04	
		N_2O	IEF1009.32	
		NO	IEF1009.60	
		TSP	IEF1010.04	
		PM_{10}	IEF1010.32	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.60	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.98	AI1005CAT.128
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.16	EXCR.20

4.7 Suckler cows / Mutterkühe

Suckler cow herds serve the production of saleable calves. The cows are kept in the house or grazing all year round.

In the inventory, the animal category „suckler cows“ comprises not only the suckler cows (survey category K in Table 4.1), but also cows for fattening and slaughtering (survey category L in Table 4.1). This approach represents the practice used as of 2008 by the Federal Statistical Agency, i. e. counting both types of cows together as “other cows”.

As of Submission 2015 the animal category „suckler cows“ also comprises, for the years 1990 – 2012, buffalo that constituted a separate animal category in former submissions. For details see Chapter 3.4.2.

In the inventory, the category “suckler cows” is a subcategory of „other cattle“, see Chapter 4.9.

The emissions of the animal category “Suckler cows” are calculated according to the methods listed in Table 4.46.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Mutterkuh-Herden dienen der Produktion von absetzbaren Kälbern. Mutterkühe werden im Stall als auch ganzjährig auf der Weide gehalten.

Die Tierkategorie „Mutterkühe“ im Inventar umfasst neben den Mutterkühen (Erhebungskategorie K in Table 4.1) auch die Schlacht- und Mastkühe (Erhebungskategorie L in Table 4.1). Diese Vorgehensweise ist eine Anpassung an die seit 2008 geübte Praxis des Statistichen Bundesamtes, diese beiden Kategorien undifferenziert zusammen als „andere Kühe“ zu erfassen.

Ab Submission 2015 werden der Kategorie „Mutterkühe“ für die Zeitreihenjahre 1990 – 2012 zusätzlich noch die Büffel zugeschlagen, die bis zu Submission 2014 eine eigenständige Tierkategorie bildeten (siehe Kapitel 3.4.2).

Im Inventar ist die Kategorie „Mutterkühe“ eine Unterkategorie der „übrigen Rinder“, siehe Kapitel 4.9.

Die Emissionen der Tierkategorie „Mutterkühe“ werden nach den in Table 4.46 zusammengestellten Methoden berechnet.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 4.46: Suckler cows, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

4.7.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.7.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

In the inventory, the subcategory “suckler cows” comprises “Ammen- und Mutterkühe” (suckler cows) and “Schlacht- und Mastkühe” (cows for slaughtering and fattening), and for 1990 – 2012 also buffalo.

Animal numbers as provided by the statistical offices of the federal states (STATLA C III 1 – vj 4), i.e. the sum of n_K and n_L in Table 4.1. For buffalo numbers see Chapter 4.1.2.

Hence the total animal number of the animal category “suckler cows” is calculated as follows:

Die Tierzahl der Tierkategorie „Mutterkühe“ im Inventar umfasst die Tierzahlen aus der Statistik für „Ammen und Mutterkühe“ und „Schlacht- und Mastkühe“, sowie bis zum Zeitreihenjahr 2012 die Büffel (s.o.).

Die Daten für „Ammen und Mutterkühe“, und „Schlacht- und Mastkühe“ entstammen den Publikationen der Statistischen Landesämtern (STATLA C III 1 – vj 4). Zu den Büffelzahlen siehe Kapitel 4.1.2.

Die Tierplatzzahl der Tierkategorie „Mutterkühe“ wird dmenach wie folgt gebildet:

$$n_{sc} = n_K + n_L + n_{bu} \quad \textbf{(4.81)}$$

n_{sc}	number of suckler cows considered
n_K	animal numbers of type K in the German census (see Table 4.1)
n_L	animal numbers of type L in the German census (see Table 4.1)
n_{bu}	numbers of buffalo: n_{bu} = 0 as of 2013; for 1990 – 2012 see Chapter 4.1.2

For the uncertainties of the animal numbers see Chapter 4.1. These uncertainties are inevitably used also for buffalo numbers n_{bu}.

Zu den Unsicherheiten der Rinderzahlen siehe Kapitel 4.1. Diese Unsicherheiten werden zwangsläufig auf die Büffelanteile in Gleichung (4.81) übertragen.

4.7.1.2 *Animal weight / Tiergewicht*

According to KTBL (2008), pg. 584, live weights range between 600 and 800 kg an^{-1}, depending on the race. However, the lighter races are more frequent than the heavier ones. The inventory assumes for the animal category "suckler cows" a mean weight of 650 kg an^{-1}.

Nach KTBL (2008), S. 584, liegt das Gewicht einer Mutterkuh je nach Rasse zwischen 600 und 800 kg an^{-1}, wobei die leichteren Rassen bevorzugt werden. Das Inventar geht für die Tierkategorie „Mutterkühe" von einem mittleren Gewicht von 650 kg an^{-1} aus.

4.7.2 Energy requirements and feed intake / Energiebedarf und Futteraufnahme

According to KTBL (2006b), p. 485, the annual requirements of a suckler cow (milk yield 10 l d^{-1}) are taken to be $3.6 \cdot 10^4$ MJ an^{-1} a^{-1} ME.

It is assumed that 1620 MJ an^{-1} a^{-1} of the overall annual metabolisable energy requirements *ME* are taken in with concentrates (KTBL, 2006b, p. 485,). The rest consistes of equal shares of grass (pasture) and grass silage. For ME contents, digestibilities and metabolizabilities of the various feed components see

Table 4.33 in Chapter 4.5.3.

The daily intake of feed and gross energy is calculated by analogy to the procedure described for heifrs, see Chapter 4.5.3.

As a result, one obtains a mean digestibility of the diet of 0.68 MJ MJ^{-1}, a mean metabolisability of 0.54 MJ MJ^{-1}, and a mean GE content of 18.2 MJ kg^{-1}.

Für die Inventarberechnungen wird der metabolisierbare Energiebedarf der Mutterkuh nach KTBL (2006b), S. 485, mit $3.6 \cdot 10^4$ MJ an^{-1} a^{-1} ME angesetzt.

Es wird davon ausgegangen, dass 1620 MJ an^{-1} a^{-1} der metabolisierbaren jährlichen Gesamtenergie *ME* auf Kraftfutter entfallen (KTBL, 2006b, S. 485), der Rest zu gleichen Teilen auf Weidegras und Grassilage. Zu ME-Gehalt, Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit der verschiedenen Komponenten der Futterration siehe

Table 4.33 in Kapitel 4.5.3.

Die Berechnung der täglichen Futter- und damit Gesamtenergie-Aufnahme erfolgt analog zur Vorgehensweise bei den Färsen, siehe Kapitel 4.5.3.

Als Ergebnis erhält man eine mittlere Verdaulichkeit des Futters von 0,68 MJ MJ^{-1}, eine mittlere Umsetzbarkeit von 0,54 MJ MJ^{-1} sowie einen mittleren GE-Gehalt von 18,2 MJ kg^{-1}.

4.7.3 Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. This methods needs the gross energy intake (see Chapter 4.7.2) and the methane conversion factor $x_{CH4,\ GE}$ as input.

The methane conversion rate was used as provided by IPCC(2006)-10.30, Table 10.12: $x_{CH4,\ bf}$ = 0,065 MJ MJ^{-1}.

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4,\ ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 4.7.2) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4,\ GE}$ berechnet.

Der Methan-Umwandlungsfaktor wurde IPCC (2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4,\ ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert und eine Normalverteilung angenommen.

4.7.4 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, cf. Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculate using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

The necessary information on the digestability of organic matter and the ash contents of the diet are obtained as weighted means from the properties of feed constituents, see Chapter 4.7.2. The national mean digestibility of organic matter for 2010 is 0.723 kg kg^{-1}, the national mean ash content for 2010 amounts to 0.109 kg kg^{-1} (related to dry matter of feed).

Die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden mit einem Stufe-2-Verfahren bestimmt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids") werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Die dazu notwendigen Daten zur Verdaulichkeit von organischer Substanz und dem Aschegehalt im Futter ergeben sich im gewichteten Mittel aus den Angaben zu den Rationskomponenten, siehe Kapitel 4.7.2. Die mittlere Verdaulichkeit von organischer Substanz liegt im Deutschlandmittel für 2010 bei 0,723 kg kg^{-1}, das nationale Mittel des Aschegehaltes liegt im Jahr 2010 bei 0,109 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse).

For the diet-related input data needed for the IPCC approach see Chapter 4.7.2. In accordance with IPCC(2006)-10.42, the ash content is assumed to be 0.08 kg kg^{-1}.

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 4.2 (see Chapter 4.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die für den IPCC-Ansatz benötigten futterbezogenen Daten sind in Kapitel 4.7.2 angegeben.Für den Aschegehalt wird nach IPCC(2006)-10.42 0,08 kg kg^{-1} angenommen.

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) sind Table 4.2 in Kapitel 4.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

4.7.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

4.7.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

4.7.6.1 *N excretion / N-Ausscheidung*

Considering the different types of animals in the animal category "suckler cows" it is not tried to establish a N balance which would be the basis for the calculation of nitrogen excretions. Hence, in accordance with KTBL (2006b), pg. 490, the annual nitrogen excretion is assumed to amount to 82 kg pl^{-1} a^{-1} N, 60 % of which is assumed to be TAN (according to EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7,). This approach has to ignore that for buffalo the relative TAN content is 50 % (see EMEP (2013)).

Aufgrund der gemischten Zusammensetzung der Kategorie „Mutterkühe" (siehe Kapitel 4.7.1.1) wird darauf verzichtet, eine tierische N-Bilanz zu erstellen. Daher wird nach KTBL (2006b), S. 490, eine jährlich N-Ausscheidung von 82 kg pl^{-1} a^{-1} N angesetzt. Der TAN-Gehalt der N-Ausscheidungen beträgt nach EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7, für Mutterkühe und Schlachtkühe 60 %, für Büffel 50 %. Für das Inventar wird in konservativer Weise der Wert 60 % übernommen.

4.7.6.2 *N input with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The amounts of N are given in Table 4.47. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

As no bedding is taken into account during the grazing period, the annual amount of bedding actually used depends on the duration of the grazing period.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.47 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Da für Weidezeiten keine Einstreu berücksichtigt wird, hängt die im Inventar für das gesamte Jahr verwendete Einstreumenge von der Weidedauer ab.

Table 4.47: Suckler cows, N inputs with straw in solid-manure systems

Housing type	Haltungssystem	straw input kg pl^{-1} d^{-1}	dry matter (DM) kg pl^{-1} d^{-1}	N input (in DM) kg pl^{-1} d^{-1}	TAN kg pl^{-1} d^{-1}
tied systems	Anbindehaltung	5.0 [a]	4.3	$24.9 \cdot 10^{-3}$	$12.5 \cdot 10^{-3}$
loose housing, deep bedding	Laufstall, Tiefstreu	8.0 [b]	6.9	$39.9 \cdot 10^{-3}$	$20.0 \cdot 10^{-3}$

[a] Source: KTBL (2006a), pg. 221
[b] Source: KTBL (2006a), pg. 385

4.7.6.3 *Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und von der Weide*

For housing, the TAN related emission factors for cattle are used (see Table 4.3).

The NH_3-N emission factor for grazing is 0.06 kg kg^{-1} N, related to TAN excreted (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

Für den Stall werden die auf TAN bezogenen Emissionsfaktoren für Rinder verwendet (vgl. Table 4.3).

Für Weidegang beträgt der auf die ausgeschiedene TAN-Menge bezogene NH_3-N-Emissionsfaktor 0,06 kg kg^{-1} N (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

4.7.6.4 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

For the emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 from storage see Table 4.4 and Table 4.5.

The emission factors of NH_3 are given in Chapter 4.2.4 for the different spreading techniques and times before incorporation.

Für die Emissionsfaktoren für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Lager siehe Table 4.4 und Table 4.5.

Die Emissionsfaktoren von NH_3 für die verschiedenen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten gehen aus Kapitel 4.2.4 hervor.

4.7.6.5 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

4.7.6.6 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

The uncertainties of the NH_3 emission factor for grazing and for the related activity (N excretion during grazing) see Chapter 4.3.8.9.

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

Zu den Unsicherheiten des NH_3-Emissionsfaktors für Weidegang sowie des entsprechenden Aktivitätswertes (N-Ausscheidung auf der Weide) siehe Kapitel 4.3.8.9.

4.7.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) are listed in Table 4.48. For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

(Unlike for pigs the emission factors for slurry based systems are higher than those for straw based systems, see EMEP(2013)-3B-46).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) sind in Table 4.48 zusammengestellt. Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

(Anders als bei Schweinen sind die Emissionsfaktoren für güllebasierte Systeme größer als für Systeme mit Einstreu, siehe dazu EMEP(2013)-3B-46).

Table 4.48: Suckler cows, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.52	0.24	0.16
slurry based	güllebasiert	0.69	0.32	0.21
Source: EMEP(2013)- 3B -29, Table 3.11				

4.7.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 4.49: Suckler cows, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.05	
		CH_4 manure management	EM1005.05	
		NMVOC	EM1007.05	
		NH_3	EM1009.05	
		N_2O	EM1009.35	
		NO	EM1009.65	
		TSP	EM1010.05	
		PM_{10}	EM1010.35	
		$PM_{2.5}$	EM1010.65	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.05	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.05	
		CH_4 manure management	IEF1005.05	
		NMVOC	IEF1007.05	
		NH_3	IEF1009.05	
		N_2O	IEF1009.33	
		NO	IEF1009.61	
		TSP	IEF1010.05	
		PM_{10}	IEF1010.33	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.61	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.129	AI1005CAT.158
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.21	EXCR.25

4.8 Mature males > 2 years / Männliche Rinder > 2 Jahre

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 4.50.

In the inventory, the category "Mature males > 2 years" is a subcategory of „other cattle", see Chapter 4.9.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 4.50 zusammengestellten Verfahren.

Im Inventar ist die Kategorie „Männliche Rinder > 2 Jahre" eine Unterkategorie der „übrigen Rinder", siehe Kapitel 4.9.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 4.50: Mature males > 2 years, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	Enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	Manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	Manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	Manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

4.8.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.8.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Länder (STATLA C III 1 – vj 4), see n_G in Table 4.1. They can be used directly.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (STATLA C III 1 – vj 4), s. n_G in Table 4.1. Sie werden unverändert übernommen.

$$n_{mm} = n_G \tag{4.82}$$

n_{mm} number of mature males > 2 years considered
n_G animal numbers of type G in the German census (see Table 4.1)

For the uncertainties of the animal numbers see Chapter 4.1

Zu den Unsicherheiten der Tierzahlen siehe Kapitel 4.1.

4.8.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The weight of mature males > 2 years is assumed to be 1000 kg per animal as given in KTBL (2004), pg. 350, for stud bulles.

The weight gain of the mature males > 2 years is considered negligible.

Für das Gewicht von männlichen Rindern > 2 Jahre wird das in KTBL (2004), S. 350, für Zuchtbullen angegebene Gewicht angesetzt: 1000 kg.

Das Wachstum der männlichen Rinder > 2 Jahre wird als vernachlässigbar angesehen.

4.8.2 Energy requirements and feed intake / Energiebedarf und Futteraufnahme

As the weight gain of the mature males > 2 years is considered negligible, only the energy requirements for maintainance have to be taken into account. It is assumed that these requirements can be represented by the requirements of a stud bull which, according to KIRCHGESSNER et al. (2008), pg. 460, are 110 MJ pl^{-1} d^{-1} ME for an animal weight of 1000 kg an^{-1}.

For the inventory calculations data on digestibility and metabolizability of the feed is needed:

There is no IPCC default value for the metabolizability. KIRCHGESSNER et al. (2008), pg. 461, present two examples of feed compositions which mostly consist of grass and maize silage (examples No. I and No. II). Using typical feed component properties (see e. g. Table 4.33), an order ogf magnitude of 55 % can be estimated fort he metabolizability. This value is used in the inventory.

Da das Wachstum der männlichen Rinder > 2 Jahre als vernachlässigbar angesehen wird, ist lediglich der Energiebedarf für Erhaltung von Bedeutung. Hierfür wird der Erhaltungsbedarf eines Zuchtbullen zugrunde gelegt, der nach KIRCHGESSNER et al. (2008), S. 460, für ein Tiergewicht von 1000 kg an^{-1} mit 110 MJ pl^{-1} d^{-1} ME angenommen wird.

Für die Inventarberechnungen werden die Verdaulichkeit und die Umsetzbarkeit des Futters benötigt:

Für die Umsetzbarkeit existiert kein IPCC-Standardwert. Die von Gras- und Maisilage dominierten Rationsbeispiele I und II in KIRCHGESSNER et al. (2008), S. 461, lassen unter Berücksichtigung von typischen Futterkennwerten (siehe u. a. Table 4.33) auf eine Umsetzbarkeit in der Größenordnung von 55 % schließen. Mit diesem Wert wird im Inventar gerechnet.

The digestibility of the feed is taken to be 60 % according to IPCC (2006)-10.73.

Then, assuming a feed intake according to the requirements, the ME requirements given in Chapter 4.8.2 lead to a daily gross energy intake of GE_{mm} = 200 MJ an^{-1} a^{-1}.

As a default N excretion rate is used (see Chapter 4.8.6.1), there is no need to calculate feed intake.

Die Verdaulichkeit des Futters wird nach IPCC (2006)-10.73 mit 60 % angesetzt.

Damit folgt aus dem täglichen ME-Bedarf nach Kapitel 4.8.2 bei der vorausgesetzten bedarfsgerechter Fütterung eine tägliche Gesamtenergie-Aufnahme von GE_{mm} = 200 MJ an^{-1} a^{-1}.

Da mit einem Standardwert für die N-Ausscheidung gerechnet wird (siehe Kapitel 4.8.6.1), erübrigt sich die Berechnung der aufgenommen Futtermenge.

4.8.3 Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. It requires gross energy intake (see Chapter 4.8.2) and methane conversion factor $x_{CH4, GE}$.

The methane conversion rate is used as provided by IPCC(2006)-10.30, Table 10.12: $x_{CH4, bf}$ = 0,065 MJ MJ^{-1}.

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. A normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 4.8.2) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4, GE}$ berechnet.

Der Methan-Umwandlungsfaktor wird IPCC(2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert und eine Normalverteilung angenommen.

4.8.4 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, see Chapter 3.3.4.1.

The amounts of "volatile solids" (*VS*) excreted are principally calculated according to the approach of DÄMMGEN et al. (2011a). However, missing input data on dry matter intake and ash content have to be approximated by using data given in IPCC (2006), see Chapter 3.3.3.1. In accordance with IPCC(2006)-10.42 the inventory assumes an ash content of 0.08 kg kg^{-1}.

For the treatment of digestibility see Chapter 4.8.2.

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 4.2 (see Chapter 4.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Bestimmung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die Berechnung der VS-Ausscheidung erfolgt zwar prinzipiell nach dem aktualisierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a), muss aber fehlende Daten zu Trockenmasseaufnahme und Aschegehalt nach IPCC (2006) approximieren, siehe dazu Kapitel 3.3.3.1). Nach IPCC(2006)-10.42 wird für den Aschegehalt 0,08 kg kg^{-1} angenommen.

Zur Verdaulichkeit siehe Kapitel 4.8.2.

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) sind Table 4.2 in Kapitel 4.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

4.8.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

4.8.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and loca-

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der

tions), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

4.8.6.1 *N excretion and N input with straw / N-Ausscheidung und –Eintrag mit Stroh*

In accordance with KTBL (2006b), pg. 412, the nitrogen excretion is assumed to amount to 84 kg pl^{-1} a^{-1} N, 60 % of which is assumed to be TAN (according to (EMEP, 2013-3B-27, Table 3.7, other cattle).

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

The amount of straw fresh matter is 5 kg pl^{-1} d^{-1} or $24.9 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} N ($12.5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} TAN, respectively).

As no bedding is required during the grazing period, the amount of bedding actually used depends on the duration of the grazing period.

Nach KTBL (2006b), S. 412, werden N-Ausscheidungen von 84 kg pl^{-1} a^{-1} N angenommen. Der TAN-Gehalt der N-Ausscheidungen wird mit 60 % angesetzt (EMEP, 2013-3B-27, Table 3.7, andere Rinder).

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Die Menge der Einstreu wird für alle Haltungssysteme gleich mit 5 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse angesetzt bzw. $24.9 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} N (entsprechend $12{,}5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} TAN).

Da für Weidezeiten keine Einstreu berücksichtigt wird, hängt die im Inventar für das gesamte Jahr verwendete Einstreumenge von der Weidedauer ab.

4.8.6.2 *Emissions from housing and grazing / Emissionen aus Stall und von der Weide*

For housing, the TAN related emission factors for cattle are used (see Table 4.3).

As NH_3-N emission factor for grazing 0.06 kg kg^{-1} N, related to TAN excreted, is assumed (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, other cattle).

Für den Stall werden die auf TAN bezogenen Emissionsfaktoren für Rinder verwendet (vgl. Table 4.3).

Für Weidegang wird der auf die ausgeschiedene TAN-Menge bezogene NH_3-N-Emissionsfaktor mit 0,06 kg kg^{-1} N angenommen (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, andere Rinder).

4.8.6.3 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

For the emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 from storage see Table 4.4 and Table 4.5.

The emission factors of NH_3 are given in Chapter 4.2.4 for the different spreading techniques and times before incorporation.

Für die Emissionsfaktoren für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Lager siehe Table 4.4 und Table 4.5.

Die Emissionsfaktoren von NH_3 für die verschiedenen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten gehen aus Kapitel 4.2.4 hervor.

4.8.6.4 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

For the emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 from storage see Table 4.4 and Table 4.5.

The emission factors of NH_3 are given in Chapter 4.2.4 for the different spreading techniques and times before incorporation.

Für die Emissionsfaktoren für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Lager siehe Table 4.4 und Table 4.5.

Die Emissionsfaktoren von NH_3 für die verschiedenen Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten gehen aus Kapitel 4.2.4 hervor.

4.8.6.5 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

4.8.6.6 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

The uncertainties of the NH_3 emission factor for grazing and for the related activity (N excretion during grazing) see Chapter 4.3.8.9.

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktor wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

Zu den Unsicherheiten des NH_3-Emissionsfaktors für Weidegang sowie des entsprechenden Aktivitätswertes (N-Ausscheidung auf der Weide) siehe Kapitel 4.3.8.9.

4.8.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) are listed in Table 4.51.

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

(Unlike for pigs the emission factors for slurry based systems are higher than those for straw based systems, see EMEP(2013)-3B-46).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11) sind in Table 4.51 zusammengestellt.

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

(Anders als bei Schweinen sind die Emissionsfaktoren für güllebasierte Systeme größer als für Systeme mit Einstreu, siehe dazu EMEP(2013)-3B-46).

Table 4.51: Mature males > 2 years, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing (first estimates)

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.52	0.24	0.16
slurry based	güllebasiert	0.69	0.32	0.21

Source: EMEP(2013)- 3B -29, Table 3.11

4.8.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 4.52: Mature males > 2 years, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.06	
		CH_4 manure management	EM1005.06	
		NMVOC	EM1007.06	
		NH_3	EM1009.06	
		N_2O	EM1009.36	
		NO	EM1009.66	
		TSP	EM1010.06	
		PM_{10}	EM1010.36	
		$PM_{2.5}$	EM1010.66	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.06	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.06	
		CH_4 manure management	IEF1005.06	
		NMVOC	IEF1007.06	
		NH_3	IEF1009.06	
		N_2O	IEF1009.34	
		NO	IEF1009.62	
		TSP	IEF1010.06	
		PM_{10}	IEF1010.34	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.62	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.159	AI1005CAT.188
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.26	EXCR.30

4.9 Aggregated data for cattle exept dairy cows (other cattle) / Zusammenfassung: Rinder ohne Milchkühe (übrige Rinder)

In the following subchapters, the data for the animal categories Calves (Chapter 4.4), heifers (Chapter 4.5), male beef cattle (Chapter 4.6), suckler cows (Chapter 4.7) and mature males > 2 years (Chapter 4.8) are summarised as "other cattle" for reporting purposes. However, guidance documents do not provide explicit methods to derive mean properties. That is why the aggregation equations used are added in each case.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 4.53.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Daten der Tierkategorien Kälber (Kapitel 4.4), Färsen (Kapitel 4.5), männliche Mastrinder (Kapitel 4.6), Mutterkühe (Kapitel 4.7) und männliche Rinder > 2 Jahre (Kapitel 4.8) für die Berichterstattung als „übrige Rinder" zusammengefasst. Da die Regelwerke keine expliziten Verfahren für die Berechnung mittlerer Eigenschaften aufweisen, werden die verwendeten Aggregationsgleichungen aufgeführt.

Die Emissionen werden nach den in Table 4.53 zusammengestellten Methoden berechnet.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 4.53: Other cattle, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2/3	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

4.9.1 Animal numbers / Tierzahlen

In some subcategories animal numbers differ from those of the official statistics. The overall number of other cattle is given by

Die Tierzahlen der Unterkategorien weichen teilweise von denen der amtlichen Statistik ab. Ihre Summe ist gegeben durch

$$\begin{aligned} n_{oc} &= n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm} \\ &= n_A + n_B + n_C + n_D + n_E + n_F + n_G + n_H + n_I + n_J + n_K + n_L \end{aligned} \quad \textbf{(4.83)}$$

n_{oc}	number of other cattle places (in pl)
n_{ca}	number of calf places, as described in Chapter 4.4.1.1 (in pl)
n_{bf}	number of heifer places, as described in Chapter 4.5.1.1 (in pl)
n_{bm}	number of male beef cattle places, as described in Chapter 4.6.1.1 (in pl)
n_{sc}	number of suckler cow places, as described in Chapter 4.7.1.1 (in pl)
n_{mm}	number of mature males > 2 years places, as described in Chapter 4.8.1.1 (in pl)
n_A, etc	number of cattle places subcategory A, etc., as described in Table 4.1 (in pl)

The entity n_{oc} is equivalent to the total number of cattle plces minus the number of dairy cow places.

For the uncertainties of the numbers of animal places see Chapter 4.1

Die Größe n_{oc} entspricht der Summe aller Rinder-Plätze abzüglich der Anzahl der Milchkuh-Plätze.

Zu den Unsicherheiten der Tierplatzzahlen siehe Kapitel 4.1.

4.9.2 Aggregation of IEF and animal characteristics / Aggregierung von IEF und Tiercharakteristika

For the aggregation of the animal category "other cattle" the mean values of the following quantities are calculated:

- emission factors (IEF)
- animal weight
- intake of feed dry matter (DM)
- intake of gross energy (GE)
- VS ecretions
- N excretions
- relative content of TAN in N excretions

Für die Aggregierung der Kategorie „Übrigen Rinder" wird jeweils der Mittelwert der folgenden Größen berechnet:

- Emissionsfaktoren (IEF)
- Tiergewicht
- Aufnahme von Futter-Trockenmasse (DM)
- Aufnahme von Futter-Gesamtenergie (GE)
- VS-Ausscheidung
- N-Ausscheidung
- Relativer TAN-Gehalt der N-Ausscheidung

- Methane conversion factor, enteric fermentation ($x_{CH4, GE}$)
- digestibility of organic matter (X_{DOM})
- digestibility of energy (X_{DE})
- ash conten of feed (x_{ash})
- shares of manure management systems
- methane conversion factor, manure management (*MCF*)
- pregnancy

These data can be grouped into two categories: On the one hand the quantities that are related to the animal or the animal place (IEF, animal weight, intake of DM and GE, excretions of VS and N); on the other hand the relative quantities (often given as percentages). For the first category the averaging is performed by weighting with the animal place numbers (see Chapter 4.9.2.1), while the quantities of the second category require a more specific consideration as will be addressed in Chapter 4.9.2.2.

Relative shares of manure management systems represent a special case as they have the units pl pl^{-1} (or % of the animal population) and should a priori be treated like animal-place related quantities as described in Chapter 4.9.2.1. However, for emission reporting, relative shares of manure management systems have to be calculated as percentages of the amounts of VS or N excreted, see Chapter 4.9.2.2.

The mean value of the quantity "pregnancy" is dealt with in Chapter 4.9.2.3.

- Methan-Umwandlungsfaktor, Verdauung ($x_{CH4, GE}$)
- Verdaulichkeit organischer Substanz (X_{DOM})
- Verdaulichkeit von Energie (X_{DE})
- Aschegehalt des Futters (x_{ash})
- relative Wirtschaftsdüngersysteme-Anteile
- Methan-Umwandlungsfaktor, Wirtschaftsdünger-Management (*MCF*)
- Trächtigkeit

Diese Daten bilden zwei Kategorien: Zum Einen handelt es sich um tier- bzw. tierplatzbezogenen Größen (IEF, Tiergewicht, Aufnahme von DM und GE, Ausscheidungen von VS und N); zum Anderen sind es relative Größen (oftmals mit der Einheit %). Die Mittelbildung für die erstgenannte Kategorie erfolgt durch Wichtung mit den Tierplatzzahlen (siehe Kapitel 4.9.2.1), während die Kategorie der relativen Größen eine differenziertere Betrachtung erfordert, auf die Kapitel 4.9.2.2 näher eingeht.

Relative Anteile von Wirtschaftsdünger-Managementsystemen stellen insofern einen Sonderfall dar, als sie die Einheit pl pl^{-1} (bzw. % der Tierpopulation) haben und daher a priori tierplatzbezogene Größen sind, die nach Kapitel 4.9.2.1 zu mitteln sind. Für die Emissionsberichterstattung werden allerdings auch relative Anteile von Wirtschaftsdünger-Managementsystemen in Prozent der ausgeschiedenen Mengen von VS und N benötigt. Siehe dazu Kapitel 4.9.2.2.

Zur mittleren Trächtigkeit siehe Kapitel 4.9.2.3.

4.9.2.1 *Animal place-related quantities / Tierplatzbezogene Größen*

The general rule for the averaging of quantities that are related to the animal or the animal place like IEF, animal weight, intake of DE and GE as well as excretions of VS and N is given by:

Die allgemeine Vorschrift zur Mittelung von tier- bzw. tierplatzbezogenen Größen wie IEF, Tiergewicht, DE- und GE-Aufnahme sowie VS- und N- Ausscheidungen lautet:

$$\varphi_{oc} = \frac{\sum_j (n_j \cdot \varphi_j)}{\sum_j n_j} \qquad \textbf{(4.84)}$$

φ_{oc}	mean of the quantity φ for other cattle
n_j	number of animal places in subcategory j of other cattle
φ_j	quantity φ for subcategory j other cattle

The numbers of animal places used for weighting are those derived from the official statistics, as described in the respective chapters dealing with the cattle subcategories (see the respective subchapters in the animal description chapters).

Equation (4.84) is also used for the calculation of the mean excretions of TAN. This is needed in order to enable the calculation of the relative content of TAN in the N excretions, see Chapter 4.9.2.2.

Relative shares of manure management systems with the units pl pl^{-1} (or % of the animal population) are related to the animal or the animal place and have to be averaged according to equation (4.84).

Die zur Wichtung verwendeten Tierplatzzahlen entsprechen den im Inventar verwendeten Tierplatzzahlen, die aus den Tierzahlen der Offizialstatistik abgeleitet wurden (siehe entsprechende Unterkapitel in den Tierkapiteln).

Gleichung (4.84) wird auch zur Berechnung der mittleren TAN-Ausscheidung verwendet. Dies ist erforderlich, um den relativen TAN-Gehalt der N-Ausscheidungen in Kapitel 4.9.2.2 zu berechnen.

Relative Anteile von Wirtschaftsdünger-Managementsystemen in der Einheit pl pl^{-1} (bzw. % der Tierpopulation) sind tierplatzbezogene Größen und daher ebenfalls nach Gleichung (4.84) zu mitteln.

In the following the application of equation (4.84) is demonstrated for the animal weight:

The mean animal weights of "other cattle" are the weighted means of the mean weights of calves, heifers, female and male beef cattle, suckler cows and mature males > 2 years. For this purpose the mean weights of calves (83 kg an^{-1}), mature males older than 2 years (1000 kg an^{-1}) and suckler cows (650 kg an^{-1}) are assumed to be constant, whereas the mean weight of male beef cattle is the arithmetic mean of the final weight of calves (125 kg an^{-1}) and the respective (variable) slaughter weight.

Die Anwendung von Gleichung (4.84) wird im Folgenden für das Tiergewicht verdeutlicht.

Das mittlere Gewicht aller übrigen Rinder zusammen ist das tierplatzzahlgewichtete Mittel der mittleren Gewichte von Kälbern, Färsen, männlichen Mastrindern, Mutterkühen und männlichen Rindern über 2 Jahre. Dazu werden die mittleren Gewichte von Kälbern (83 kg an^{-1}), männlichen Rindern über 2 Jahre (1000 kg an^{-1}) und Mutterkühen (650 kg an^{-1}) als konstant angesehen. Bei Färsen und männlichen Mastrindern wird das arithmetische Mittel zwischen Endgewicht der Kälber (125 kg an^{-1}) und variablem Schlachtgewicht angesetzt.

$$w_{oc} = \frac{n_{ca} \cdot \frac{w_{start,ca} + w_{fin,ca}}{2} + n_{bf} \cdot \frac{w_{fin,\,ca} + w_{fin,bf}}{2} + n_{bm} \cdot \frac{w_{fin,ca} + w_{fin,bm}}{2} + n_{sc} \cdot w_{sc} + n_{mm} \cdot w_{mm}}{n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm}} \quad \textbf{(4.85)}$$

w_{oc}	mean animal weight in category other cattle (in kg an^{-1})
n_{ca}, etc.	number of calf places, etc. (in pl)
$w_{start,\,ca}$, etc.	weight at the beginning of the lifespan of a calf, etc. (in kg an^{-1})
$w_{fin\,ca}$, etc.	weight at the end of the lifespan of a calf, etc. (in kg an^{-1})

The weighting by animal numbers results in a mean weight for other cattle that represents the mean weight at a reference date. As the the number of animal places is assumed to be constant throughout the year, the mean animal weight is also constant within a year.

Durch die Tierzahlwichtung stellt das mittlere Gewicht aller übrigen Rinder einen auf einen Stichtag bezogenen Wert dar. Dieses mittlere Gewicht wird wie die Tierplatzzahlen als zeitlich konstant während eines Jahres angesehen.

4.9.2.2 *Relative quantities / Relative Größen*

A relative quantity represents the ratio of two absolute quantities A and B. As an example, the mean relative TAN content is the ratio of mean TAN excretion to mean N excretion. Both N excretion and TAN excretion have to be averaged separately using equation (4.84) before both quantities can be combined by division to obtain the relative TAN content.

Relative Größen stellen den Quotient zweier absoluter Größen A und B dar. So ist der mittlere relative TAN-Gehalt das Verhältnis von mittlerer TAN-Ausscheidung zu mittlerer N-Ausscheidung. Sowohl TAN- als auch N-Ausscheidung müssen erst mit Gleichung (4.84) gemittelt werden, ehe aus diesen beiden Teilergebnissen durch Division der mittlere relative TAN-Gehalt berechnet werden kann.

The same principle applies to the calculation of the methane conversion factor for enteric fermentation (xCH4, GE). The calculation can be based on equation (3.16) in Chapter 3.3.2 by rearranging this equation to yield $x_{CH4,\,GE}$ and using mean quantities of EF and GE obtained by averaging with equation (4.84).

Analog geschieht dies bei der Berechnung des Methan-Umwandlungsfaktor bei der Verdauung ($x_{CH4,\,GE}$). Zur Berechnung kann Gleichung (3.16) in Kapitel 3.3.2 verwendet werden, indem diese nach $x_{CH4,\,GE}$ aufgelöst wird und für EF und GE die zuvor nach Gleichung (4.84) berechneten mittleren Werte eingesetzt werden.

The mean digestibility of organic matter is the ratio of the total of digested organic matter to the total of organic matter available (i.e. the total intake of organic matter). Note that the undigestible fraction of ash in the dry matter intake must be subtracted. The averaging rule for the animal category-specific digestibilities represents a weighted mean of the animal category-specific digestibilities:

Die mittlere Verdaulichkeit der organischen Substanz stellt das Verhältnis von insgesamt verdauter organischer Substanz zu insgesamt verfügbarer (d. h. aufgenommener) organischer Substanz dar. Dabei muss der nicht verdauliche Ascheanteil der Trockenmasse subtrahiert werden. Die Mittelungsvorschrift, die letztlich eine gewichtete Mittelung der tierkategorie-spezifischen Verdaulichkeiten darstellt, lautet damit:

$$X_{DOM,\,oc} = \frac{\sum_{j} \left[X_{DOM,\,j} \cdot n_j \cdot m_{F,\,dm,\,j} \cdot (1 - x_{ash,\,feed,\,j}) \right]}{\sum_{j} \left[n_j \cdot m_{F,\,dm,\,j} \cdot (1 - x_{ash,\,feed,\,j}) \right]} \quad \textbf{(4.86)}$$

$X_{DOM, oc}$	mean digestibility of organic matter for other cattle (in MJ MJ^{-1})
$X_{DOM, j}$	digestibility of organic matter for cattle category j (in MJ MJ^{-1})
n_j	number of animal places in subcategory j of other cattle
$m_{F, dm, j}$	feed intake rate per place (dry matter) for cattle category j (in kg pl^{-1} a^{-1})
$x_{ash, feed, j}$	ash content of feed for cattle category j (in kg kg^{-1})

The mean digestibility of energy is the ratio of the total intake of digestible energy DE to the total intake of gross energy GE:

Die mittlere Verdaulichkeit von Energie ist der Quotient von Gesamtaufnahme an verdaulicher Energie DE zu Gesamtaufnahme an Bruttoenergie GE:

$$X_{\mathrm{DE, oc}} = \frac{\sum_{\mathrm{j}} \left[X_{\mathrm{DE, j}} \cdot n_{\mathrm{j}} \cdot GE_{\mathrm{j}} \right]}{\sum_{\mathrm{j}} \left[n_{\mathrm{j}} \cdot GE_{\mathrm{j}} \right]} \qquad \textbf{(4.87)}$$

$X_{DE, oc}$	mean digestibility of energy for other cattle (in MJ MJ^{-1})
$X_{DE, j}$	digestibility of energy for cattle category j (in MJ MJ^{-1})
n_j	number of animal places in subcategory j of other cattle
GE_j	gross energy intake per place for cattle category j (in MJ pl^{-1} a^{-1})

The mean ash content of the dry matter taken in with feed is the ratio of the total of feed ash taken in to the total of dry matter intake.

Der mittlere Aschegehalt der Futter-Trockenmasse ergibt sich als Verhältnis von Gesamt-Aschemenge zu Gesamt-Trockenmasseaufnahme:

$$x_{\mathrm{ash, feed, oc}} = \frac{\sum_{\mathrm{j}} (x_{\mathrm{ash, feed, j}} \cdot n_{\mathrm{j}} \cdot m_{\mathrm{F, dm, j}})}{\sum_{\mathrm{j}} (n_{\mathrm{j}} \cdot m_{\mathrm{F, dm, j}})} \qquad \textbf{(4.88)}$$

$x_{ash, feed, oc}$	mean ash content of feed (dry matter) for other cattle (in kg kg^{-1})
$x_{ash, feed, j}$	ash content of feed for cattle category j (in kg kg^{-1})
n_j	number of animal places in subcategory j of other cattle
$m_{F, dm, j}$	feed intake rate (dry matter) for cattle category j (in kg pl^{-1} a^{-1})

For emission reporting, relative shares of manure management systems are required not only in units of pl pl^{-1} (or % of animal population) but also in terms of "% of VS excreted" oder "% of N excreted". For the latter, the calculation procedure will be presented in the following for the example of VS excretions. The averaging procedure represents the ratio of VS excreted in a given manure management system to the total of VS excreted:

Für die Emissionsberichterstattung werden relative Anteile von Wirtschaftsdünger-Managementsystemen nicht nur in der Einheit pl pl^{-1} (bzw. % der Tierpopulation) benötigt, sondern auch in der Einheit „% des ausgeschiedenen VS" oder „% des ausgeschiedenen N". Die Berechnung sei exemplarisch am VS-Beispiel dargestellt. Die Mittelungsvorschrift ergibt sich aus dem Verhältnis der Summe der in einem bestimmten Managementsystem ausgeschiedenen VS-Menge zur insgesamt ausgeschiedenen VS-Menge:

$$\omega_{\mathrm{i, oc}} = \frac{\sum_{\mathrm{j}} (\omega_{\mathrm{i, j}} \cdot n_{\mathrm{j}} \cdot VS_{\mathrm{j}})}{\sum_{\mathrm{j}} (n_{\mathrm{j}} \cdot VS_{\mathrm{j}})} \qquad \textbf{(4.89)}$$

$\omega_{i, oc}$	mean of the relative share of manure management system i for other cattle (as fraction of VS excreted)
$\omega_{i, j}$	relative share of manure management system i for subcategory j of other cattle (as fraction of VS excreted)
n_j	number of animal places in subcategory j of other-cattle
VS_j	VS excretions per place and year in subcategory j of other cattle

Averaging the equation of methane emissions from manure management (equation (3.30) in Chapter 3.3.4.1) and taking into account that the national value of the maximum methane production capacity B_o is identical for all cattle categories provides a rule for averaging the methane conversion factor of liquid manure systems over all cattle categories and liquid manure systems available:

Aus der Mittelung der Methan-Emissionsgleichung für die Wirtschaftsdüngerlagerung (Gleichung (3.30) in Kapitel 3.3.4.1) und dem für alle Rinder einheitlichen Wert der maximalen Methanbildungskapazität B_o (Kapitel 4.2.1), folgt die Berechnungsvorschrift für den effektiven Methan-Umwandlungsfaktor von Flüssigmistsystemen, der über alle Kategorien der übrigen Rinder und über alle Flüssigmistsysteme gemittelt ist:

$$MCF_{\text{liquid, mean}} = \frac{\sum_{i,j} \left(MCF_{\text{liquid, i, j}} \cdot MS_{\text{liquid, i, j}} \cdot VS_{\text{liquid, i, j}} \cdot n_j \right)}{\sum_{i,j} \left(MS_{\text{liquid, i, j}} \cdot VS_{\text{liquid, i, j}} \cdot n_j \right)} \quad \textbf{(4.90)}$$

$MCF_{\text{liquid, mean}}$	mean methane conversion factor for liquid systems (in kg kg^{-1})
$MCF_{\text{liquid, i, j}}$	methane conversion factor for a liquid system i and an animal subcategory j (in kg kg^{-1})
$MS_{\text{liquid, i, j}}$	frequency of a liquid system i and an animal subcategory j (in pl pl^{-1})
$VS_{\text{liquid, i, j}}$	share of VS excreted in a liquid system i for an animal subcategory j (in kg pl^{-1} a^{-1})
n_j	number of animal places in a subcategory j (in pl)

The overall methane conversion factor of solid manure systems can be calcualated by analogy.

Die Berechnung des effektiven Methan-Umwandlungsfaktors von Festmistsystemen erfolgt sinngemäß.

4.9.2.3 *Pregnancy / Trächtigkeit*

The calculation of mean pregnancy data considers adult female animals only. It was assumed that 30 % of the heifers younger than 2 a are pregnant, 100 % of all heifers older than 2 a and 90 % of the suckler cows (expert judgement HENNING, FAL-TZ/FLI-ING). City States were not considered for the calculation of the mean. The resulting pregnancy data was provided for emission reporting on an informative basis; it was not used for emission calculations.

Die Berechnung der mittleren Trächtigkeit berücksichtigt nur erwachsene weibliche Tiere. Es wurde angenommen, dass 30 % der Färsen unter 2 a trächtig sind, alle Färsen älter als 2 a sowie 90 % der Mutterkühe (Expertenurteil HENNING, FAL-TZ/FLI-ING). Die Stadtstaaten wurden bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtig. Diese Trächtigkeitsergebnisse werden informationshalber für die Berichterstattung bereitgestellt, sie werden aber nicht für die Emissionsberechnung benötigt.

4.9.3 Intercomparison of IEF and emission explaining variables with those of neighbouring countries / Vergleich von IEF und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten

In the following chapter, a comparison is made of implied emission factors between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

Zum Vergleich der aggregierten Emissionsfaktoren solcher Staaten, deren landwirtschaftliche Praxis der deutschen ähnlich ist, werden die deutschen Werte dieses Inventars den letzten veröffentlichten Daten der anderen Staaten gegenübergestellt.

4.9.3.1 *Mean IEF for methane from enteric fermentation and mean performance data / Mittlere IEF für Methan aus der Verdauung und mittlere Leistungsdaten*

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports. Such a comparison, based on two different reports that themselves are based on different sets of rules (2014: IPCC (1996b); 2015: IPCC (2006)), is made easier in that the methods for calculating emissions from enteric fermentation did not change via the transition from IPCC (1996b) to IPCC (2006).

To make it possible to compare the various IEF values in a meaningful way, they (including the German

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung 2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen. Der Vergleich anhand zweier unterschiedlicher Berichterstattungen, die auf verschiedenen Regelwerken beruhen (2014: IPCC (1996); 2015: IPCC (2006)), wird dadurch erleichtert, dass die Methodik zur Berechnung der Emissionen aus der Verdauung beim Übergang von IPCC (1996) zu IPCC (2006) unverändert blieb.

Für einen aussagekräftigen Vergleich der IEF-Werte ist die Umrechnung durch Multiplikation mit dem Ver-

value) were converted to a common basis, via multiplication by the ratio between the IPCC (2006) default conversion factor Ym = 6.5 % and the relevant national conversion factor in each case (not shown here). After this was done, the German IEF was lower than the IEF values of Belgium, Denmark and the Netherlands. What is more, the converted IEF values correlate in an exact linear manner with the national value for GE intake (R^2 = 1.0000). This is proof to the effect that all countries compared, including Germany, calculate CH4 from enteric fermentation in the same way, as a function of GE intake.

hältnis zwischen IPCC (2006)-Default-Umwandlungsfaktor Ym = 6,5 % und dem jeweiligen nationalen Umwandlungsfaktor auf eine einheitliche Basis erforderlich. Der deutsche IEF liegt sowohl bei den unkorrigierten als auch bei den korrigierten IEF etwas unterhalb des Mittelwertes aller Vergleichsländer. Es zeigt sich ein exakter linearer Zusammenhang zwischen den umgerechneten IEF-Werten und den nationalen Werten der GE-Aufnahme (R^2 = 1,0000). Deutschland berechnet demnach bei den übrigen Rindern CH_4 aus der Verdauung als Funktion der GE-Aufnahme wie alle übrigen Länder der Vergleichsgruppe.

Table 4.54: Other cattle, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 IEF regarding enteric fermentation (ent)

	$IEF_{CH4, ent}$ kg pl^{-1} a^{-1} CH_4	GE intake MJ pl^{-1} d^{-1}	mean animal weight kg an^{-1}	digestibility %	Methane conversion rate MJ MJ^{-1}
Austria	55.78	141,74	421.17	73.03	0.06
Belgium	47.56	121.39	411.88	76.12	0.06
Czech Republic	48.23	122.55	NA	65.00	0.06
Denmark	40.00	130.21	320.00	71.00	0.06
France	50.66	119.18	433.21	NA	0.06
Germany	**43.53**	**104.29**	**365.24**	**69.39**	**0.064**
Netherlands	35.64 [b]	93.93 [b]	NE	NE	IE
Poland	45.87	116.57	327.10	68.28	0.06
Switzerland	39.20 [b]	103.31 [b]	IE	60.00	IE
United Kingdom	39.33	NE	NE	NE	NE
IPCC(1996)-3-4.11, 4.32, 4.39, 4.44, Western Europe	48.00	135.10	405.00	60 to 65	0.06 [c]
IPCC(2000)-4.13-4.20		Equation 4.1-4.11			0.06 ± 0.005
IPCC(2006)-10.29, 10.73, 10.78, Western Europe	57.00		420.00	60 to 65	0.065 ± 0.01

Source: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC 2014, CRF Table 4.A
[a] The German pregnancy figure considers adult female animals only, see Chapter 4.9.2.3.
[b] calculated from original data supplied
[c] without calves

4.9.3.2 *Mean IEF for methane from manure management and emission explaining variables / Mittlere IEF für Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management und emissionserklärende Variablen*

The implied emission factor ($IEF_{CH4, MM}$) for calves, heifers, male beef cattle, suckler cows and mature males > 2 years is located in the upper range of the data given in Table 4.55.

The considerable scatter of the IEF data cannot be explained with the data provided. One of the reasons might be the use of different MCF values required by the different guiding documents.

Der aggregierte Emissionsfaktor ($IEF_{CH4, MM}$) für Kälber, Färsen, männliche Mastrinder, Mutterkühe und männliche Rinder > 2 Jahre liegt im oberen Bereich der in Table 4.55 gezegten Bandbreite.

Die erhebliche Streuung des IEF entzieht sich einer einfachen Deutung. Mit ein Grund dürften die sehr unterschiedlichen MCF-Werte sein, was überwiegend auf die verschiedenen Regelwerke zurück zu führen ist.

Table 4.55: Other cattle, 2012, intercomparison of emission explaining variables and CH_4 IEF regarding manure management (MM)

	$IEF_{CH4, MM}$ kg pl^{-1} a^{-1} CH_4	VS excreted kg pl^{-1} d^{-1} VS	Frequency of liquid systems %	MCF for liquid systems %
Austria	4.11	1.93	22.45	8.46
Belgium	2.81	1.48	4.03	19.00
Czech Republic	8.65	NA	52.00	NA
Denmark	9.19	2.70	31.06	10.00
France	8.52	1.99	29.03	39.00
Germany	**7.09**	**1.37**	**32.82**	**15.31**
Netherlands	9.14 [a]	1.23 [a]	81.71 [a]	15.84 [a]
Poland	2.24	1.84	50.63	39.00
Switzerland	5.15 [a]	2.03 [a]	46.85 [a]	10.00 [a]
United Kingdom	15.01	2.29	4.24	39.00
IPCC(1996)-3-4.39, 4.44, Western Europe, cool region	6.00	2.65	50.00	10.00
IPCC(2000)-4.36				39.00
IPCC(2006)-10.38, 10.78, Western Europe, cool region	6 to 7	2.60	25.20	17 to 19

Source: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC 2014, CRF Table 4.B(a)
[a] calculated from original data supplied

4.9.3.3 *Mean IEF for ammonia and emission explaining variables / Mittlere IEF für Ammoniak und emissionserklärende Variablen*

Table 4.56 illustrates that the N excretions for Germany and this animal category are in the lower part of the range for Central Europe. The IPCC (2006) N excretion rate is almost equal to the arithmetic mean of all countries. The IPCC (1996) default excretion rate of 70 kg pl^{-1} a^{-1} N appears to be unrealistically high.

Table 4.56 verdeutlicht, dass die mittleren N-Ausscheidungen dieser Tierkategorie für Deutschland im unteren Bereich der in Mitteleuropa üblichen Werte liegen. Die N-Ausscheidung nach IPCC (2006) ist nahezu gleich dem arithmetischen Mittel aller Länder, während der IPCC (1996)-Wert unrealistisch hoch erscheint.

Table 4.56: Other cattle, 2012, intercomparison of N excretion rates $m_{excr.\ oc}$ and NH_3 implied emission factors

	N excreted kg pl^{-1} a^{-1} N	number of animals 1000 pl	E_{NH3} Gg a^{-1} NH_3	IEF_{NH3} kg pl^{-1} a^{-1} NH_3
Austria	46.25	1432.25	19.2	13.39
Belgium	54.68	1903.08	16.8	8.83
Czech Republic	69.10	1472.00	11.0	7.47
Denmark	43.39	1002.86	6.1	6.13
France	57.63	15380.83	212.0	13.79
Germany	**42.68**	**8319.12**	**125.0**	**15.02**
Netherlands	44.78 [a]	2395.26 [a]	16.7	6.97
Poland	57.86	3198.80	46.7	14.60
Switzerland	37.96 [a]	973.42 [a]	14.4	14.82
United Kingdom	53.74	8243.00	47.3	5.73
IPCC(1996)-3-4.99	70.00			
IPCC(2000)-4.45	mature: 70, 1-2 years: 42, 0-1 years: 21			
IPCC(2006)-10.59	50.59 [b]			
EMEP(2009)-4.B-26, 60, 61	41.00			9.2 to 13.4
EMEP(2013)-3B-27, 14	41.00			9.2 to 13.4

Sources: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC 2014, Table 4.B(a); CEIP (2014)
[a] calculated from original data supplied
[b] calculated according to IPCC (2006) using the IPCC default animal weight

The values of the NH_3 IEF constitue two well separated groups: In the group of high values between 13.39 and 15.02 kg pl^{-1} a^{-1} (Germany, Swizzerland, Poland, France, Austria) Germany has the highest value. The group of the lower values comprises Belgium, Chech Republic, Denmark, the Netherlands and the United

Die NH_3-IEF-Werte bilden zwei deutlich getrennte Gruppen: Die Gruppe der hohen Werte zwischen 13,39 und 15,02 kg pl^{-1} a^{-1} (Deutschland, Schweiz, Polen, Frankreich, Österreich) wird von Deutschland angeführt. Zur Gruppe der niedrigen Werte gehören Belgien, die Tschechische Republik, Dänemark, die Niederlande und

Kingdom. The mean IEF of the first group is 14.3 kg pl^{-1} a^{-1}, which is somewhat more than twice as high as the mean IEF of the second group (7.0 kg pl^{-1} a^{-1}). The differences cannot be explained by the mean N excretions, but they are likely to be a consequence of different systems of N management with differing NH_3 emission factors. The mean IEF of all countries considered is 10.7 kg pl^{-1} a^{-1}, which is within the default range given by EMEP (2009, 2013).

das Vereinigte Königreich. Der IEF-Mittelwert der ersten Gruppe ist mit 14,3 kg pl^{-1} a^{-1} gut zweimal so hoch wie der der zweiten Gruppe (7,0 kg pl^{-1} a^{-1}). Die Unterschiede lassen sich nicht durch die mittleren N-Ausscheidungen erklären. Wahrscheinlich sind sie eine Folge unterschiedlicher N-Managementsysteme mit abweichenden NH_3-Emissionsfaktoren. Der IEF-Mittelwert aller berücksichtigten Länder liegt bei 10,7 kg pl^{-1} a^{-1} und damit in dem von EMEP (2009, 2013) angegebenen Default-Bereich.

4.9.3.4 *Mean IEF for particulate matter / Mittlere IEF für Partikel*

Table 4.57 provides an international intercomparison of implied emission factors (IEF) for particulate matter.

The IEF differences illustrate the influence of the shares of straw-based and slurry-based systems which differ from country to country.

Table 4.57 ermöglicht einen internationalen Vergleich der aggregierten Partikel-Emissionsfaktoren (IEF).

In den IEF-Unterschieden kommen von Land zu Land unterschiedliche Anteile stroh- und güllebasierter Systeme zum Ausdruck.

Table 4.57: Other cattle, 2012, intercomparison of PM implied emission factors

	IEF_{PM10} kg pl^{-1} a^{-1} PM_{10}	$IEF_{PM2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1} $PM_{2.5}$	IEF_{TSP} kg pl^{-1} a^{-1} TSP
Austria	IE	IE	IE
Belgium	0.29	0.07	0.65
Czech Republic	0.27	0.01	0.59
Denmark	0.23	0.15	0.50
France	0.13	0.09	0.29
Germany	**0.22**	**0.15**	**0.48**
Netherlands	0.05	0.01	0.05
Poland	0.40	0.01	0.89
Switzerland	0.13	NO	NO
United Kingdom	0.04	0.03	0.28
EMEP (2009)-4.B-60, 61 (Tier 1 methodology)	0.24	0.16	
EMEP (2013)-3B-17 (Tier 1 methodology)	0.27 (Calves: 0.16)	0.18 (Calves: 0.10)	0.59 (Calves: 0.34)
Source: Germany: Submission 2015; allother countries: CEIP (2014), calculated from original data supplied			

4.9.4 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 4.58: Other cattle, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.07	
		CH_4 manure management	EM1005.07	
		NMVOC	EM1007.07	
		NH_3	EM1009.07	
		N_2O	EM1009.37	
		NO	EM1009.67	
		TSP	EM1010.07	
		PM_{10}	EM1010.37	
		$PM_{2.5}$	EM1010.67	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.07	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.07	
		CH_4 manure management	IEF1005.07	
		NMVOC	IEF1007.07	
		NH_3	IEF1009.07	
		N_2O	IEF1009.35	
		NO	IEF1009.63	
		TSP	IEF1010.07	
		PM_{10}	IEF1010.35	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.63	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.189	AI1005CAT.221
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.31	EXCR.35

5 Pigs / Schweine

5.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

In CRF/NFR emissions are reported for pigs altogether. Differences in housing and feeding of the subcategories result in considerable differences in the respective emission generating processes. Therefore, emissions are calculated separately for each subcategory. The results obtained are finally aggregated (see Chapter 5.7.

Table 5.1 shows the pig subcategories used in the German census as well as their aggregation and disaggregation for the emission inventory. Sucking pigs do not constitute a distinct animal category in the inventory; there are accounted for together with the sows. For details see the subquent chapters dealing with the different pig categories used in the inventory.

In CRF/NFR werden die Emissionen für Schweine insgesamt berichtet. Aufgrund unterschiedlicher Haltung und Fütterung weisen die Unterkategorien der Schweine ein unterschiedliches Emissionsverhalten auf. Daher erfolgt erfolgt die Emissionsberechnung zunächst getrennt nach Unterkategorien. Die Ergebnisse werden anschließend aggregiert, siehe Kapitel 5.7.

Die Untergliederung der Schweine in der deutschen Tierzählung sowie ihre Aufteilung und Aggregierung zum Zwecke der Emissionsberechnung gehen aus Table 5.1 hervor. Saugferkel bilden keine separate Tierkategorie im Inventar, sondern werden bei den Sauen mit berücksichtigt. Zu Details wird auf die nachfolgenden Kapitel zu den Schweine-Unterkategorien verwiesen.

Table 5.1: Pigs, categorisation and characterisation

animal subcategory according to German census			animal subcategories used in this inventory			
type	descriptor		type	category	weight 1	weight 2
M	Ferkel unter 20 kg	piglets	*)	suckling-pigs	1.5 kg an^{-1}	8 kg an^{-1}
N	Jungschweine bis unter 50 kg Lebendgewicht	young pigs lighter than 50 kg live weight	we	weaners	8 kg an^{-1}	$w_{fin, we}$
O	Mastschweine 50 bis 80 kg	fattening pigs 50 to 80 kg	fp	fattening pigs	$w_{fin, we}$	$w_{fin, fp}$
P	Mastschweine 80 bis 110 kg	fattening pigs 80 to 110 kg				
Q	Mastschweine 110 kg und mehr	fattening pigs heavier than 110 kg				
R	Jungsauen trächtig	young sows gestating	so	sows	220 kg an^{-1}	
S	Andere Sauen trächtig	other sows gestating				
T	Jungsauen nicht trächtig	young sows not gestating				
U	Andere Sauen nicht trächtig	other sows not gestating				
V	Eber zur Zucht	boars	bo	boars	200 kg an^{-1}	

weight 1: weight at the beginning of the respective period, weight 2: weight at the end of the respective period; w_{fin}: variable final weight
*) Suckling-pigs do not constitute a separate animal category. They are accounted for within the calculations of energy and feed requirements of the sows.

5.2 Emission factors for all pigs / Emissionsfaktoren für alle Schweine

5.2.1 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdünger-Management

In the emission inventory, the formation of methane from manure storage is characterized by two parameters (see Chapter 3.3.4.1): the animal-specific maximum methane formation capacity B_o and the storage-specific methane conversion factor *MCF*. *MCF* gives the fraction of B_o that is typically produced in the various storage systems.

For pigs, a national value for B_o is used (DÄMMGEN et al., 2012a), siehe Table 4.2.

Table 5.2 also shows the MCF values derived for the storage systems most frequent for pigs in Germany. The *MCF* values assumed according to DÄMMGEN et al. (2012a) are given in bold figures.

Die Entstehung von Methan aus der Wirtschaftsdüngerlagerung wird im Emissionsinventar durch zwei Parameter charakterisiert (siehe Kapitel 3.3.4.1): die tierspezifische maximale Methan-Bildungsrate B_o und den lagerspezifischen Methan-Umwandlungsfaktor *MCF*, der angibt, welcher Anteil von B_o in den verschiedenen Lagerungssystemen tatsächlich produziert wird.

Für Schweine wird ein nationaler B_o-Wert verwendet (DÄMMGEN et al., 2012a), siehe Table 4.2.

Table 5.2 zeigt überdies für die in Deutschland bei Schweinen häufigsten Lagerungsverfahren die *MCF*-Werte, wobei die nach DÄMMGEN et al. (2012a) angenommenen Werte fettgedruckt sind.

"Slurry with floating cover" (chaff or plastic film) is treated by a conservative approach i. e. by adopting the MCF of "slurry without natural crust". The MCF values for deep bedding and pasture are provided by IPCC (2006)-10.44ff. The MCF for deep bedding in cattle husbandry equals the MCF of slurry without crust; hence, the same is assumed to hold for pigs. As free range husbandry of pigs ("pasture") is of insignificant relevance in Germany, it is not considered in the inventory.

Table 5.2 does not provide MCF values for anaerobic digestion of manure including storage of digestates. These MCF have to be calculated and are not constant (see Chapter 3.3.4.4.1).

Für „Gülle mit fester Abdeckung" und „Gülle mit schwimmender Abdeckung" (Strohhäcksel oder Folie) wurde konservativ der *MCF* von „Gülle ohne natürliche Schwimmdecke" übernommen. Da bei den Rindern der *MCF* für „Tiefstreu" gleich dem für Flüssigmist ohne Schwimmdecke ist, wurde dies auch für die Schweine angenommen. Freilandhaltung von Schweinen („Weide") ist in Deutschland von sehr geringer Bedeutung und wird daher im Inventar nicht berücksichtigt.

Die *MCF*-Werte für die Wirtschaftsdünger-Vergärung incl. Gärrestelagerung sind in Table 5.2 nicht angegeben, da sie berechnet werden (siehe Kapitel 3.3.4.4.1) und nicht konstant sind.

Table 5.2: Pigs, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*)

Maximum methane producing capacity B_o	**Maximale Methanbildungs-Kapazität B_o**	0.30	m^3 CH4 (kg VS)$^{-1}$
Methane conversion factor *MCF*	**Methanumwandlungsfaktor *MCF***		
slurry (untreated)	Gülle (unbehandelt)		
slurry (tank)	Güllelager		
open tank (without natural crust)	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	**0.25**	m^3 m^{-3} CH_4
solid cover (incl. tent structures)	feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0.25	m^3 m^{-3} CH_4
natural crust	natürliche Schwimmdecke	**0.15**	m^3 m^{-3} CH_4
floating cover (chaff)	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0.25	m^3 m^{-3} CH_4
floating cover (plastic film)	schwimmende Abdeckung (Folie)	0.25	m^3 m^{-3} CH_4
underneath slatted floor > 1 month	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	**0.25**	m^3 m^{-3} CH_4
solid manure/heap (deep bedding)	Festmist/Misthaufen (Tiefstreumist)	0.25	m^3 m^{-3} CH_4
solid manure/heap (other systems)	Festmist/Misthaufen (übrige Systeme)	**0.03**	m^3 m^{-3} CH_4

Sources: see text

5.2.2 *NH_3 emission factors for housing / NH_3 -Emissionsfaktoren für Ställe*

The emission factors used for housing (see Table 5.3) relate to TAN. They are derived from national data (DÄMMGEN et al., 2010b).

The frequency distributions of housing types are supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

For the uncertainties of the emission factors see Chapter 5.2.5.

Es werden nationale Werte für die partiellen NH_3-Emissionsfaktoren verwendet, die sich auf TAN beziehen (DÄMMGEN et al., 2010b), siehe Table 5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen der Haltungsverfahren werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

Zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren siehe Kapitel 5.2.5

Table 5.3: pigs, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN)

		Sows and suckling-pigs	**Fattening pigs and weaners**
Housing type	**Haltungssystem**	EF_{house} (kg kg^{-1})	EF_{house} (kg kg^{-1})
slurry based	güllebasiert	0.34	
closed insulated stable	wärmegedämmter Stall		
fully slatted floor	Vollspaltenboden		0.3
partly slatted floor	Teilspaltenboden		0.3
free ventilated	Außenklimastall		
kennel house	Kistenstall		0.2
straw based	strohbasiert	0.34	
closed insulated stable	wärmegedämmter Stall		
deep bedding	Tiefstreu		0.4
plane floor with bedding	planbefestigt mit Einstreu		0.4
free ventilated	Außenklimastall		
kennel house	Kistenstall		0.2
deep bedding	Tiefstreu		0.35

Source: Dämmgen et al. (2010b)

The mitigation of NH_3 emissions by air scrubbers is taken into account, see Chapter 3.4.5.2.

Die Minderung von NH_3-Emissionen durch Abluftreinigungsanlagen wird berücksichtigt, s. Kapitel 3.4.5.2.

5.2.3 NH_3 and N_2O emission factors for storage / NH_3- und N_2O -Emissionsfaktoren für die Lagerung

Except for the storage of residues from anaerobic digestion of slurry, the partial NH_3-N emission factors for the storage systems used in Germany are based on data of DÖHLER et. al. (2002, pg. 62f). They are valid for all pig subcategories. DÄMMGEN et al. (2010b) recalculated the emission factors and related them to TAN. By DÖHLER et al. (2002), the reference value of 0.15 kg kg^{-1} N for the NH_3 emission factor in Table 5.4 was related to total N. However, according to EAGER expert judgement it has to be related to TAN (cf. REIDY et al., 2008, Table 6).

According to IPCC (2006), the anaerobic digestion of manue represents a separate type of manure storage. This storage type, however, in the German methodology, consists of three compartments: pre-stoage, digester, storage of digestates. The effective emission factor of this combination is not a constant and must be calculated (see Chapter 3.3.4.4).

Mit Ausnahme der Lagerung von Gärresten aus der anaeroben Güllevergärung beruhen die partiellen NH_3-N-Emissionsfaktoren für die in Deutschland üblichen Lagerverfahren auf Daten von DÖHLER et. al (2002, S. 62f). Sie gelten für alle Schweinekategorien. DÄMMGEN et al. (2010b) berechneten die Emissionsfakoren neu und bezogen sie auf TAN, siehe Table 5.4. Der Referenzwert von 0,15 kg kg^{-1} N für den NH_3-Emissionsfaktor wurde bei DÖHLER et al (2002) auf das gesamte N bezogen. Nach EAGER-Expertenurteil ist dagegen TAN als Bezug zu wählen (vgl. REIDY et al., 2008, Table 6).

Die Vergärung von Wirtschaftsdünger wird nach IPCC (2006) als eigenständiger Lagertyp betrachtet. Er umfasst im deutschen Inventar die drei Komponenten Vorlager, Fermenter und Gärrestelager. Der effektive Emissionsfaktor für diese Kombination ist nicht konstant und muss berechnet werden (siehe Kapitel 3.3.4.4).

Table 5.4: Pigs, partial emission factors for NH_3-N losses from storage (related to TAN)

Storage type	Lagerungsart	Emission factor (kg kg^{-1})
slurry (untreated)	Gülle (unbehandelt)	
slurry tank	Güllelager	
open tank (without natural crust)	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0.150 [a]
solid cover (incl. tent structures)	feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0.015 [b]
natural crust	natürliche Schwimmdecke	0.105 [b]
floating cover (chaff)	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0.030 [b]
floating cover (plastic film)	schwimmende Abdeckung (Folie)	0.023 [b]
underneath slatted floor > 1 month	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0.105 [a]
leachate, storage with solid cover	Jauche, Lagerung mit fester Abdeckung	0.030 [a]
solid manure/heap (deep bedding)	Festmist/Misthaufen (Tiefstreumist)	0.600 [a]
solid manure/heap (other systems)	Festmist/Misthaufen (übrige Systeme)	0.600 [a]

[a] estimated according to DÄMMGEN et al. (2010b)
[b] calculated according to DÖHLER et al. (2002), Table 3.14

According to IPCC (2006) there are two different categories of N_2O emissions from animal husbandry: Direct emissions from the compartments housing and storage, and indirect emissions. The German inventory considers only the indirect emissions due to deposition of reactive nitrogen that is a consequence of emissions of NH_3 and NO from the compartments housing and storage, see Chapter 3.3.4.3.6.

Table 5.5 shows the emission factors of direct N_2O-N from the combination „housing/storage“ as used in the inventory. They correspond to the values given for cattle (see Chapter 4.2.2) and are related to the total N input into storage, i.e. the sum of N excreted with faeces and urine and the input with bedding material.

Like for NH_3 (see above), the effective N_2O emission factor of anaerobic digestion of manure has to be calculated, see Chapter 3.3.4.4. It is not a constant.

According to IPCC (2006) the emission factor indirect N_2O due to deposition of reactive N from housing/storage is 0.01 kg kg^{-1}. It is to be applied to the amount of reactive N deposited.

Nach IPCC (2006) werden der Tierhaltung neben direkten N_2O-Emissionen aus dem Bereich Stall/Lager auch indirekte N_2O-Emissionen zugeordnet. Im deutschen Inventar werden dabei lediglich die indirekten Emissionen aufgrund der Deposition von reaktivem Stickstoff berücksichtigt, die auf die Emissionen von NH_3 und NO aus dem Bereich Stall/Lager zurückgeht. Siehe dazu auch Kapitel 3.3.4.3.6.

Table 5.5 zeigt die im Inventar für direktes N_2O-N verwendeten Emissionsfaktoren für die Kombination „Stall/Lager“. Sie entsprechen den für Rinder verwendeten Faktoren, siehe Kapitel 4.2.2, und beziehen sich auf die Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem Stickstoff.

Für die Vergärung von Wirtschaftsdünger wird wie bei NH_3 (siehe oben) auch für N_2O der effektive Emissionsfaktor berechnet, siehe Kapitel 3.3.4.4. Er ist nicht konstant.

Der Emissionsfaktor für indirekte N_2O-Emissionen aufgrund der Deposition von reaktivem N aus Stall/Lager ist nach IPCC (2006) 0,01 kg kg^{-1} (anzuwenden auf die Menge an reaktivem N).

Table 5.5: Pigs, partial emission factors for N_2O-N from housing and storage (applied to N_{excr} + N_{straw})

Storage type	Lagerungsart	Emission factor (kg kg^{-1})
slurry (untreated)	Gülle (unbehandelt)	
slurry tank	Güllelager	
open tank (without natural crust)	offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0.000 [a]
solid cover (incl. tent structures)	feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0.005 [b]
natural crust	natürliche Schwimmdecke	0.005 [a]
floating cover (chaff)	schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0.005 [c]
floating cover (plastic film)	schwimmende Abdeckung (Folie)	0.000 [d]
underneath slatted floor > 1 month	Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0.002 [a]
leachate, storage with solid cover	Jauche, Lagerung mit fester Abdeckung	0.005 [e]
solid manure/heap (deep bedding)	Festmist/Misthaufen (Tiefstreumist)	0.013 [f]
solid manure/heap (other systems)	Festmist/Misthaufen (übrige Systeme)	0.010 [a]

[a] Source: IPCC(2006)-10.62 ff; for details see text
[b] Assumption: As there is no data on the frequencies of a natural crust below solid covers the worst case (natural crust) is assumed.
[c] Assumption (worst case) due to missing data: Floating covers produced by chaff act like natural crusts.
[d] Assumption: In contrast to natural crusts, plastic films do not allow for the formation of N_2O.
[e] Assumption: comparable to solid-covered storage of slurry
[f] Source: VANDRÉ et al. (2012)

In accordance with Chapter 3.3.4.3.5, the emission factor for NO-N from housing/storage is assumed to be one tenth of the N_2O-N emissions factor, the emission factor for N_2 from housing/storage is estimated thrice the factor for N_2O. Again, the emission factors for NO and N_2 are related to the sum of nitrogen excreted and N input with bedding material.

For the uncertainties of the emission factors see Chapter 5.2.5.

Entsprechend Kapitel 3.3.4.3.5 wird der Emissionsfaktor für NO-N aus Stall/Lager mit einem Zehntel, der Emissionsfaktor für N_2 aus Stall/Lager mit dem Dreifachen des N_2O-N-Emissionsfaktors angesetzt. Die Emissionsfaktoren für NO und N_2 beziehen sich auf die Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem N.

Zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren siehe Kapitel 5.2.5

5.2.4 Emission factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung

The following Tables (Table 5.6 bis Table 5.8) provide the partial emission factors used in the inventory for the spreading of cattle manure (DÖHLER et al., 2002). The emission reduction percentages listed in these tables refer to the reference system "broadcast" at air temperatures of 15° C.

No emission factors are available for the application of pig slurries after anaerobic digestion. For the calculations in the inventory the emission factors for untreated slurry were used instead (see Table 5.6). (The digestion of pig farmyard manure is irrelevant with respect to its relative share of total manure; in addition data is scarce. Hence digestion of pig farmyard manure is negelected in the inventory, siehe Kapitel 3.3.4.4).

All emission factors Table 5.6 bis Table 5.8 relate to TAN.

For the uncertainties of the emission factors see Chapter 5.2.5..

Die nachfolgenden Tabellen (Table 5.6 bis Table 5.8) beinhalten die im Inventar für Rinder eingesetzten partiellen Emissionsfaktoren für die Wirtschaftsdünger-Ausbringung (DÖHLER et al., 2002). Die Emissionsminderungen beziehen sich auf das Referenzsystem „Breitverteiler" bei einer Lufttemperatur von 15° C.

Für die Ausbringung von Gärresten aus der Vergärung von Schweinegülle sind keine Emissionsfaktoren verfügbar. Daher wurden für die Inventarberechnung die Emissionsfaktoren für die Ausbringung von unbehandelter Gülle (siehe Table 5.6) übernommen. (Die mengenmäßig unbedeutende und daher mit Daten schlecht belegte Vergärung von Schweinemist wird im Inventar nicht berücksichtigt, siehe Kapitel 3.3.4.4).

Alle Faktoren in Table 5.6 bis Table 5.8 beziehen sich auf TAN.

Zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren siehe Kapitel 5.2.5..

Table 5.6: Pigs, NH_3-N emission factors for application of slurry (related to TAN)

Application type	Ausbringungstechnik	Emission factor (kg kg^{-1}) [a]
broadcast, without incorporation	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	0.25
broadcast, incorporation ≤ 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 1 h	0.04
broadcast, incorporation ≤ 4 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 4 h	0.09
broadcast, incorporation ≤ 6 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 6 h	0.11
broadcast, incorporation ≤ 8 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 8 h	0.13 [b]
broadcast, incorporation ≤ 12 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 12 h	0.16
broadcast, incorporation ≤ 24 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 24 h	0.21
broadcast, incorporation ≤ 48 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 48 h	0.25
broadcast, vegetation	Breitverteiler, Vegetation	0.25 [b]
broadcast, grassland	Breitverteiler, Grünland	0.30
trailing hose, without incorporation	Schleppschlauch, ohne Einarbeitung	0.175
trailing hose, incorporation ≤ 1 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 1 h	0.02
trailing hose, incorporation ≤ 4 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 4 h	0.06
trailing hose, incorporation ≤ 6 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 6 h	0.08
trailing hose, incorporation ≤ 8 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 8 h	0.0925 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 12 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 12 h	0.11
trailing hose, incorporation ≤ 24 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 24 h	0.14
trailing hose, incorporation ≤ 48 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 48 h	0.17
trailing hose, short vegetation	Schleppschlauch, kurze Vegetation	0.25
trailing hose, beneath vegetation	Schleppschlauch, unterhalb der Vegetation	0.125
trailing hose, grassland	Schleppschlauch, Grünland	0.21
trailing shoe	Schleppschuh	0.12
injection (open slot)	Schlitzverfahren (offener Schlitz)	0.06
grubber and injection	Güllegrubber und Injektionsverfahren	0.025

[a] Source: The emission factors are calculated from Table 3.19 and pg. 69 in DÖHLER et al. (2002), except for
[b] broadcast, vegetation (worst case assumption of "no reduction" as no standard emission factor available), broadcast or trailing hose with incorporation within 8 h (emission reduction factors estimated in agreement with KTBL).

Table 5.7: Pigs, NH_3-N emission factors for application of leachate ("Jauche") (related to TAN)

Application type	Ausbringungstechnik	Emission factor (kg kg^{-1})
broadcast, without incorporation	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	0.20 [a]
broadcast, incorporation ≤ 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 1 h	0.02 [a]
broadcast, incorporation ≤ 4 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 4 h	0.07 [a]
broadcast, incorporation ≤ 8 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 8 h	0.116 [b]
broadcast, incorporation ≤ 12 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 12 h	0.144 [b]
broadcast, vegetation	Breitverteiler, Vegetation	0.20 [b]
Broadcast, grassland	Breitverteiler, Grünland	0.20 [a]
trailing hose, without incorporation	Schleppschlauch, ohne Einarbeitung	0.18 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 1 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 1 h	0.01 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 4 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 4 h	0.05 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 8 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 8 h	0.09 [b]
trailing hose, incorporation ≤ 12 h	Schleppschlauch, Einarbeitung ≤ 12 h	0.12 [b]
trailing hose, vegetation	Schleppschlauch, Vegetation	0.10 [b]
trailing hose, grassland	Schleppschlauch, Grünland	0.14 [c]
trailing shoe	Schleppschuh	0.08 [c]
Injection (open slot)	Schlitzverfahren (offener Schlitz)	0.04 [c]
grubber and injection	Güllegrubber und Injektionsverfahren	0.02 [d]

[a] DÖHLER et al. (2002), Table 3.20
[b] Source: emission factors estimated in agreement with KTBL, based on a emission decay curve as function of the duration of incorporation similar to that of pig slurry (see DÖHLER et al., 2002, Table 3.19)
[c] estimated with the respective emission reduction factor for pig slurry (DÖHLER et al., 2002, Table 3.19)
[d] calculated from data in DÖHLER et al. (2002), pg. 69

Table 5.8: Pigs, NH_3-N emission factors for application of solid manure (FYM) (related to TAN)

Application type	Ausbringungstechnik	Emission factor (kg kg^{-1})
broadcast, without incorporation	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	0.90 [a]
broadcast, incorporation ≤ 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 1 h	0.09 [a]
broadcast, incorporation ≤ 4 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 4 h	0.45 [a]
broadcast, incorporation ≤ 8 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 8 h	0.72 [b]
broadcast, incorporation ≤ 12 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 12 h	0.81 [b]
broadcast, incorporation ≤ 24 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 24 h	0.90 [a]
broadcast, incorporation ≤ 48 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 48 h	0.90 [a]

[a] calculated according to DÖHLER et al. (2002), Table 3.24
[b] estimated from data in DÖHLER et al. (2002), Table 3.24, in agreement with KTBL

5.2.5 Uncertainties of the nitrogen emission factors / Unsicherheiten der Stickstoff-Emissionsfaktoren

The uncertainty (standard error) of the NH_3 emission factors is unknown. According to Chapter 14.5 it is assumed to be 30 % (normal distribution).

Chapter 14.5 decribes the calculation of the uncertainty of the aggregated NH_3 emission factor (IEF) for the entire manure management (Housing, storage, spreading).

For the uncertainties of the N_2O emission factor see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Die Unsicherheit (Standardfehler) der NH_3-Emissionsfaktoren ist nicht bekannt. Sie wird nach Kapitel 14.5 mit 30 % angenommen (bei Normalverteilung).

Die Ableitung der Unsicherheit des aggregierten NH_3 Emissionsfaktors (IEF) für das gesamt Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager, Ausbringung) wird in Kapitel 14.5 beschrieben.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

5.3 Sows and suckling-pigs / Sauen und Saugferkel

The category "sows" covers all subcategories of sows for breeding irrespective of their age and weight. The calculation of energy and feed requirements includes the suckling-pigs as they do not constitute a separate animal category in the inventory.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 5.9.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Die Kategorie „Sauen" umfasst alle Unterkategorien von Zuchtsauen unabhängig von ihrem Alter und Gewicht. Bei den Berechnungen zum Energie- und Futterbedarf werden die Saugferkel mit berücksichtigt. (Saugferkel bilden keine separate Tierkategorie im Inventar.)

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.9 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 5.9: Sows, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	3	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

5.3.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.3.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Länder (STATLA C III 1 – vj 4). The overall number of sows used in the inventory is calculated as follows:

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (STATLA C III 1 – vj 4). Für das Inventar berechnet sich die Anzahl der Sauen gemäß:

$$n_{so} = n_R + n_S + n_T + n_U \quad \textbf{(5.1)}$$

n_{so} number of sows considered
n_R etc. animal numbers of type R (etc.) in the German census (see Table 5.1)

For the number of the piglets raised per sow see Chapter 5.3.2.

On the national scale, the standard error for the number of animal places of the subcategories "sows", "weaners" and "fattening pigs" is lower than 2 % according to German official statistics. Larger standard errors may exist for single federal states. However, as emission reporting is on the national level, the standard error for subcategory "sows" is fixed to 2 %, accordingly the uncertainty as half the 95 % confidence intercvall to 4 %. A normal distribution is assumed.

Zur Anzahl der bei einer Sau zu berücksichtigen Saugferkel siehe Kapitel 5.3.2.

Auf Deutschlandebene wird der Standardfehler für diejenigen Tiere, die in die Inventarkategorien „Sauen", „Aufzuchtferkel" und "Mastschweine" fallen, durch das Statistische Bundesamt mit „bis unter 2 %" beziffert. In den einzelnen Bundesländern können auch höhere Standardfehler auftreten. Da die Emissionsberichterstattung auf nationaler Ebene erfolgt, wird für „Sauen" ein Standardfehler von 2 % angesetzt, d. h. 4 % für das halbe 95 %-Konfidenzintervall (Normalverteilung).

5.3.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

As mean weight the inventory adopts the value used by HAENEL et al. (2011a) which is based on data discussed in GFE (2006), pg. 74. It is 220 kg sow^{-1}. Due to lack of information, the live weight of 220 kg sow^{-1} is used for the whole time series from 1990 onwards.

Using a mean live weight disregards the fact that the live weight of sows oscillates. However this cannot be reproduced in the inventory whose time steps are one year and hence exceed that of a reproduction cycle.

For piglets, the inventory is based on a birth weight of 1.5 kg piglet^{-1}. This can be derived from feeding rec-

Das mittlere Gewicht wird nach HAENEL et al. (2011a) auf Grundlage von Gewichtsdaten in GFE (2006), S. 74, auf 220 kg sow^{-1} geschätzt. Mangels besserer Kenntnis wird dieser Wert für die zurückliegenden Jahre ab 1990 als konstant angesetzt.

Die in der Praxis zu beobachtenden Gewichtsänderungen können im Inventar nicht berücksichtigt werden, da der Inventar-Zeitschritt von einem Jahr erheblich länger als die Dauer eines Durchgangs ist.

Im Inventar werden als Geburtsgewicht der Ferkel 1,5 kg piglet^{-1} angenommen. Dieser Wert ist den Fütte-

ommendations in DLG (2008), Table 4.1, where the piglet weight after the first week with a daily weight gain of 0.2 kg piglet^{-1} d^{-1} reaches 2.9 kg piglet^{-1}.

HAENEL et al. (2011a) also recommended to use a piglet weight of 8.0 kg piglet^{-1} at weaning. The age of the piglets at weaning is assumed to coincide with the duration of the lactation period (see Table Table 5.10 in Chapter 5.3.2).

rungsempfehlungen in DLG (2008), Tabelle 4.1, entnommen, in denen Ferkel nach einer Woche ein Gewicht von 2,9 kg piglet^{-1} bei einer Gewichtszunahme von 0,2 kg piglet^{-1} d^{-1} aufweisen.

Das Absetzgewicht der Saugferkel wird nach HAENEL et al. (2011a) mit 8,0 kg piglet^{-1} angenommen. Für das Absetzalter der Saugferkel wird die Dauer der Laktationsphase angesetzt, siehe Table 5.10 in Kapitel 5.3.2.

5.3.2 Energy requirements / Energiebedarf

Energy requirements according to the current state of knowledge are provided in GfE (2006). To a large extent, the literature cited herein dates the period that is covered by the inventory. Hence it is assumed that the details provided in GfE (2006) are representative of the timeseries from 1990 onwards and that the methodology based on GfE (2006) can be applied to all years since 1990.

The data and methods provided in GfE (2006) had been incorporated into the inventory model as described in HAENEL et al. (2010). They were partly revised in HAENEL et al. (2011a). Table 5.10 shows the data used in the inventory.

Daten zum Energiebedarf finden sich in GfE (2006). Die zugrunde liegende Literatur stammt weitgehend aus demjenigen Zeitbereich, über den im Inventar zu berichten ist. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Angaben in GfE (2006) als repräsentativ für die Zeitreihen ab 1990 angesehen werden können, so dass das Emissionsberechnungsverfahren für alle Jahre gleich angewendet werden kann.

Die Umsetzung der Vorgaben in GfE (2006) wurde in HAENEL et al. (2010) erstmals beschrieben und im Rahmen der Pulikation von HAENEL et al. (2011a) überarbeitet. Table 5.10 zeigt die im Inventar verwendeten Kennwerte.

Table 5.10: Sows, requirements of metabolisable energy as used in the inventory

period		duration in d	number of piglets per sow per birth	energy requirements [a] in MJ an^{-1} d^{-1} ME	
pregnancy	phase 1	84 [b]		$ME_{preg,1}$ =	33.3
	phase 2	30 [b]		$ME_{preg,1}$ =	40.7
lactating		28 [c]	8	ME_{lact} =	79.5
			9		86.3
			10		93.1
			11		99.9
			12		106.7
			13		113.5
weaning to covering		11 [d]		ME_{wtc} =	40.7
total (τ_{sow})		153			

[a] Source: HAENEL et al. (2011a), based on GfE (2006) data
[b] Source: GFE (1987)
[c] Source: Expert judgement SCHULZ E (co-author of GfE, 2006)
[d] Source: KTBL (2008), pg. 617

The number of piglets raised per sow and litter can be derived from the number of piglets raised per sow and year:

Die Anzahl der Saugferkel pro Sau und Wurf lässt sich aus der Anzahl der pro Sau und Jahr aufgezogenen Ferkel ableiten:

$$n_{\text{piglets,birth}} = n_{\text{piglets,year}} \cdot \frac{\tau_{\text{sow}}}{\alpha} \qquad \textbf{(5.2)}$$

$n_{\text{piglets, birth}}$ number of piglets raised per sow and litter (in piglet)
$n_{\text{piglets, year}}$ number of piglets raised per sow and year birth (in piglet)
τ_{sow} duration of piglet production cycle (see Table 5.10)
α time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})

The number of piglets raised per sow and year varies with time and region. The data available is compiled in Table 5.11.

Die Zahl der pro Sau und Jahr aufgezogenen Ferkel variiert örtlich und zeitlich. Table 5.11 fasst die verfügbaren Informationen zusammen.

Table 5.11: Sows, number of piglets raised per year, $n_{piglets,\ year}$ (primary statistical information)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW									19.20	19.10	18.20	18.67	18.90	17.89		20.00	20.50	21.10	21.10	21.50	22.10	22.60	23.50	23.40
BY	18.00	17.90	17.70	17.60	17.70	17.90	18.10	18.10	18.80	18.90	18.90	19.40	19.60	19.60	19.70	19.90	20.40	20.70	21.00	21.40	22.00	22.30	22.80	22.90
BB								17.80	18.20	18.90	19.50	19.70		20.30	20.80	21.70	22.20	22.50	22.80	23.30	24.50	25.20	25.90	
HE	17.00	17.10	16.60	16.90	17.10	17.10	16.90	17.90	18.00	18.60	18.50		19.10	19.00	19.90	21.10	21.60	21.20	21.20	22.10	23.50	24.00	24.00	24.00
MV								19.10	19.60	20.80	21.10		21.30					23.29	23.84	24.55	25.60	26.00	26.80	
NI	18.90	18.90	18.90	18.70	18.50	18.70	18.40	18.90	19.30	19.50	19.70		19.60	20.30	20.60	21.30	21.40	21.20	22.80	23.40	23.40	25.60	26.60	27.10
NW	19.00	17.80	18.40	18.90	19.00	18.90	19.10	19.70	20.10	20.20	20.30	20.40	20.30	20.30	21.80	22.10		22.60	23.70	24.30	24.30	25.80	27.30	27.40
RP	17.20	17.30	17.20	17.30	17.40	17.50	17.60	17.90	18.00	18.20	18.50		18.40	19.10	19.00			18.60	20.60	20.30	20.30	21.90	21.60	23.00
SL	17.20	17.30	17.20	17.30	17.40	17.50	17.60	17.90	18.00	18.20	18.50		18.40	19.10	19.00									
SN				17.80	18.40	18.70	18.64	19.18	19.88	20.41	20.45	20.56	20.67	21.04	21.40	21.49	22.38	23.40	23.31	24.83	23.70	26.60	28.20	27.90
ST								18.50	18.50	19.90	20.00	19.60	20.66	20.52	21.01	21.46	22.00	22.26	22.99	23.13	23.90	24.20	25.60	26.30
SH		18.80	18.60	18.40	18.70	19.00	18.80	19.30	19.70	19.80	20.10		20.30	20.70	21.60	22.60	22.90	23.20	24.30	25.20	26.30	27.20	27.70	28.00
TH							18.30	19.00	20.10	20.45	21.23	20.43	21.25	20.78	21.66	22.19	22.72	23.28	23.94	24.69	26.26	26.00	26.10	

Sources: ASSE & ZACHARIAS (2012a, 2012c, 2013a); HMULV (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011); LFL (2004c, 2006b); LKV (2011, 2012, 2013), LKV-SN (2013, 2014); LKV-ST (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013); LSZ (2007, 2008b, 2009b, 2010); LWK-SH (2010, 2011, 2012, 2013); MLUR-BB (2002); MLUV-BB (2005, 2006, 2007, 2008); NMELF, various years; SEGGER (2005a); SMUL (2000, 2002, 2007, 2008, 2009, 2012); THMLNU (2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2009); TLL (2011); TMLFUN (2011); ZDS, various years

Within a time series in Table 5.11, data gaps are closed by linear interpolation. Missing data at the end of a time series is generated by adopting the latest value reported. Data gaps at the beginning of a times series are closed as follows:

- New Bundesländer (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen and Thüringen): The number of piglets raised per sow and year in 1990 is assumed to be 17.0. In addition, a linear increase towards the earliest year of reporting is assumed (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).
- Schleswig Holstein: For 1990 the value given for 1991 is used.
- Baden-Württemberg: Going backwards from the first value reported 1998), the absolute annual differences given by the times series of Bavaria are applied.

For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

In the inventory, the number of suckling-pigs raised per sow and year (Table 5.11, including data gap closure) is used when calculating the energy and feeding requirements of the unit sow/suckling-pigs.

In the following another suckling-pigs number is defined which is the annual mean of the suckling-pigs population (HAENEL et al., 2011b):

Datenlücken innerhalb einer Zeitreihe in Table 5.11 werden durch lineare Interpolation geschlossen. Fehlende Werte am Ende einer Zahlenreihe werden durch Fortschreiben des letzten jeweils berichteten Wertes erzeugt. Fehlende Werte zu Beginn einer Zeitreihe werden wie folgt generiert:

- Neue Bundesländer (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen): Die Ferkelzahl pro Sau und Jahr 1990 wird mit 17,0 angenommen. Ein linearer Anstieg von 1990 bis zum jeweils ersten berichteten Jahr ist nach Expertenschätzung realistisch (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstein).
- Schleswig Holstein: Für 1990 wird der Wert von 1991 eingesetzt.
- Baden-Württemberg: Vom ersten berichteten Wert an (1998) werden rückwärts schreitend die Beträge der Jahresdifferenzen aus der Zeitreihe von Bayern subtrahiert.

Bei den Stadtstaaten werden für Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Die Zahl der pro Sau pro Jahr aufgezogenen Saugferkel (Table 5.11, incl. Datenlückenschließung) wird im Inventar bei der Energie- und Futterbedarfsberechnung des Systems Sau/Saugferkel berücksichtigt.

Im Folgenden wird mit dem Jahresmittel der Saugferkel-Population eine andere Saugferkelzahl eingeführt (HAENEL et al., 2011b):

$$n_{sp} = c_{sp} \cdot n_M \qquad \textbf{(5.3)}$$

n_{sp} annual mean of piglets per sow as calculated from n_M (piglet sow^{-1} a^{-1})
c_{sp} constant (c_{sp} = 0.5771 piglet piglet^{-1}), see HAENEL et al., (2011b)
n_M number of piglets in German census, cf. Table 5.1

The quantity n_{sp} is used within the inventory to properly derive the number of weaners and fattening pigs from the officially reported animal numbers (see Chapter 5.4.1.1 and 5.5.1.1).

Die mittlere Saugferkel-Population wird im Inventar zur Ableitung der Aufzuchtferkel- und der Mastschweinezahl aus offiziellen Daten benötigt (siehe Kapitel 5.4.1.1 und 5.5.1.1).

5.3.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Sows are fed phase-dependent. Typical feed properties are listed in Table 5.12. They were used nationwide for the emission calculations for all years of the time series.

Sauen werden phasenabhängig gefüttert. Table 5.12 zeigt typische Futtereigenschaften, wie sie den Emissionsberechnungen deutschlandweit für alle Jahre der Zeitreihe zugrunde gelegt wurden.

Table 5.12: Sows, diets used in the inventory, and their properties

(X_{DE}: digestibility of energy; X_{ME}: metabolisablity; η_{ME}: content of metabolisable energy, related to dry matter; x_N: N content of normal feed, related to dry matter; x_{ash}: ash content of feed, related to dry matter; X_{DOM}: digestibility of organic matter)

feed type	phase	major components	X_{DE} MJ MJ^{-1}	X_{ME} MJ MJ^{-1}	η_{ME} MJ kg^{-1}	x_N kg kg^{-1}	x_{ash} kg kg^{-1}	X_{DOM} kg kg^{-1}
A	weaning to covering (wtc), lactating (lact)	wheat bran, wheat, barley, triticale, peas, soybean meal	0.82948	0.79616	13.0	0.02829	0.065	0.86
B	pregnancy 1 (preg 1), pregnancy 2 (preg 2)	wheat bran, wheat, barley, triticale, sunflower meal, soybean meal	0.78539	0.74245	12.0	0.02386	0.056	0.81

Source: Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy and protein/nitrogen contents according to BEYER et al. (2004) and LFL (2004b).

Specific N reduced feeding of sows is not relevant in practice (expert jugdement Brigitte Eurich-Menden, KTBL). Hence it is not applied in the inventory.

From the data given in Table 5.10 und Table 5.12 the mean daily feed intake (dry matter) is calculated:

Die N-reduzierte Fütterung von Sauen ist nicht praxisrelevant (Expertenurteil Brigitte Eurich-Menden, KTBL) und ist deshalb im Inventar nicht vorgesehen.

Aus den Daten in Table 5.10 und Table 5.12 folgt für die mittlere tägliche Futtermenge (Trockenmasse):

$$m_{F,\,DM} = \frac{\dfrac{ME_{wtc}\cdot\tau_{wtc}}{\eta_{ME,\,wtc}} + \dfrac{ME_{grav,\,1}\cdot\tau_{preg,\,1}}{\eta_{ME,\,preg,\,1}} + \dfrac{ME_{preg,\,2}\cdot\tau_{grav,\,2}}{\eta_{ME,\,preg,\,2}} + \dfrac{ME_{lact}\cdot\tau_{lact}}{\eta_{ME,\,lact}}}{\tau_{wtc} + \tau_{preg,\,1} + \tau_{preg,\,2} + \tau_{lact}} \qquad \textbf{(5.4)}$$

$m_{F,\,DM}$	daily feed intake of a sow, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1})
ME_{wtc}	daily metabolisable energy requirements between weaning and covering (in MJ pl^{-1} d^{-1})
τ_{wtc}	time between weaning and covering (in d)
$\eta_{ME,\,wtc}$	specific metabolisable energy content of feed between weaning and covering (MJ kg^{-1} ME), related to dry matter
$ME_{preg,\,1}$	daily metabolisable energy requirements during pregnancy phase 1 (in MJ pl^{-1} d^{-1})
$\tau_{preg,\,1}$	duration of pregnancy phase 1 (in d)
$\eta_{ME,\,preg,\,1}$	specific metabolisable energy content of feed during pregnancy phase 1 (MJ kg^{-1} ME), related to dry matter
$ME_{preg,\,2}$	daily metabolisable energy requirements during pregnancy phase 2 (in MJ pl^{-1} d^{-1})
$\tau_{preg,\,2}$	duration of pregnancy phase 2 (in d)
$\eta_{ME,\,preg,\,2}$	specific metabolisable energy content of feed during pregnancy phase 2 (MJ kg^{-1} ME), related to dry matter
ME_{lact}	daily metabolisable energy requirements during lactation (in MJ pl^{-1} d^{-1})
τ_{lact}	duration of lactation period (in d)
$\eta_{ME,\,lact}$	specific metabolisable energy content of feed during lactation (MJ kg^{-1} ME), related to dry matter

By analogy, the mean digestibility is obtaias a weighted mean over all phases.

The amount of nitrogen taken in with feed is obtained by multiplying each term in the numerator of the previous equation with the respective x_N value given in Table 5.12.

By analogy to the determination of the daily feed intake, the amount of gross energy taken in daily with the feed is given by:

Die durchschnittliche Verdaulichkeit X_{DE} ergibt sich analog als gewichtetes Mittel über alle Phasen.

Die mit dem Futter aufgenommene Stickstoffmenge erhält man, indem jeder Term im Zähler der vorstehenden Gleichung mit dem entsprechenden x_N-Wert nach Table 5.12 multipliziert wird.

Analog zur Vorgehensweise zur Futtermengenberechnung ergibt sich die mit dem Futter täglich aufgenommene Gesamtenergie:

$$GE_{sow} = \frac{\frac{ME_{wtc} \cdot \tau_{wtc}}{X_{ME,\,wtc}} + \frac{ME_{preg,\,1} \cdot \tau_{preg,\,1}}{X_{ME,\,preg,\,1}} + \frac{ME_{preg,\,2} \cdot \tau_{preg,\,2}}{X_{ME,\,preg,\,2}} + \frac{ME_{lact} \cdot \tau_{lact}}{X_{ME,\,lact}}}{\tau_{wtc} + \tau_{preg,\,1} + \tau_{preg,\,2} + \tau_{lact}} \quad \textbf{(5.5)}$$

GE_{sow}	daily gross energy requirements of a sow (in MJ pl^{-1} d^{-1})
ME_{wtc}	daily metabolisable energy requirements between weaning and covering (in MJ pl^{-1} d^{-1})
τ_{wtc}	time between weaning and covering (in d)
$X_{ME,\,wtc}$	metabolisability of feed between weaning and covering (in MJ MJ^{-1})
$ME_{preg,\,1}$	daily metabolisable energy requirements during pregnancy phase 1 (in MJ pl^{-1} d^{-1})
$\tau_{preg,\,1}$	duration of pregnancy phase 1 (in d)
$X_{ME,\,preg,\,1}$	metabolisability of feed during pregnancy phase 1 (in MJ MJ^{-1})
$ME_{preg,\,2}$	daily metabolisable energy requirements during pregnancy phase 2 (in MJ pl^{-1} d^{-1})
$\tau_{preg,\,2}$	duration of pregnancy phase 2 (in d)
$X_{ME,\,preg,\,2}$	metabolisability of feed during pregnancy phase 2 (in MJ MJ^{-1})
ME_{lact}	daily metabolisable energy requirements during lactation (in MJ pl^{-1} d^{-1})
τ_{lact}	duration of lactation period (in d)
$X_{ME,\,lact}$	metabolisability of feed during lactation (in MJ MJ^{-1})

5.3.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. This methods needs the gross energy intake (see Chapter 5.3.3) and the methane conversion factor $x_{CH4,\,GE}$ as input.

The source of the national methane conversion rate of 0.0071 MJ MJ^{-1} is DÄMMGEN ET. AL. (2012C). (IPCC(2006) does not provide a methane conversion rate for pigs.)

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4,\,ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. Normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 5.3.3) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4,\,GE}$ berechnet.

Der nationale Methan-Umwandlungsfaktor von 0,0071 MJ MJ^{-1} ist DÄMMGEN ET. AL. (2012C) entnommen. (Ein entsprechender Faktor wird in IPCC(2006) nicht bereitgestellt.)

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4,\,ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

5.3.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

A Tier 2 approach is used to treat CH_4 emissions from manure management (cf. Chapter 3.3.4.1).

Volatile solids (VS) excretion rates are calculate using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

The necessary information on the digestability of organic matter and the ash contents of the diet are obtained as weighted means from the properties of feed constituents as listed in Table 5.12. The national mean digestibility of organic matter for 2010 is 0.83 kg kg^{-1}, the national mean ash content (related to dry matter) for 2010 amounts to 0.06 kg kg^{-1}.

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 5.2 (see Chapter 5.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier 2 approaches to be about 20 %. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Bestimmung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Die dazu notwendigen Daten zur Verdaulichkeit von organischer Substanz und dem Aschegehalt im Futter ergeben sich im gewichteten Mittel aus den Angaben zu den Rationen in Table 5.12. Die mittlere Verdaulichkeit von organischer Substanz liegt im Deutschlandmittel für 2010 bei 0,83 kg kg^{-1}, das nationale Mittel des Aschegehaltes liegt im Jahr 2010 bei 0,06 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse).

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren (*MCF*) für die einzelnen Lagerungssysteme sind Table 5.2 in Kapitel 5.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

5.3.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

5.3.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

5.3.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

From the animal's N balance the amount of nitrogen excreted can be assessed as follows:

Mithilfe der tierischen N-Bilanz berechnet sich die N-Ausscheidung wie folgt:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{F, DM}} \cdot x_{\text{N}} - m_{\text{g, sow}} - m_{\text{g, piglet}} \quad \textbf{(5.6)}$$

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{F, DM}$	daily feed intake of a sow, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1}), see Chapter 5.3.3
x_N	nitrogen content of normal diet (dry matter) (in kg kg^{-1} N), see Chapter 5.3.3
$m_{g, sow}$	amount of N retained in the sow (in kg pl^{-1} a^{-1} N), see below
$m_{g, piglet}$	amount of N retained in piglets (in kg pl^{-1} a^{-1} N), see below

The temporal variation during a production cycle of sows' weight cannot be incorporated in the inventory. However, the mean net weight gain can be taken into account. According to GFE (2006), pg. 74, and DLG (2008), pgs 13 and 14, this can be estimated to be 35 kg per production cycle, a fact that has to be taken into account for the calculation of the N balance of the system sow-pigs.

Die zeitlich variable Gewichtsentwicklung einer Sau während eines Durchganges kann im Inventar zwar nicht berücksichtigt werden; dagegen ist das mittlere Nettowachstum einer Sau, das nach GFE (2006), S. 74, und DLG (2008), S. 13 f. in konservativer Weise zu rund 35 kg pro Produktionszyklus geschätzt wird, bei der Berechnung der N-Bilanz des Systems Sau/Ferkel zu berücksichtigen:

$$m_{\text{g, sow}} = \alpha \cdot x_{\text{N, pig}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{sow}}}{\tau_{\text{sow}}} \quad \textbf{(5.7)}$$

$m_{g, sow}$	amount of N retained in the sow (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$x_{N, pig}$	nitrogen content of a pig's body ($x_{N, pig}$ = 0.0256 kg kg^{-1} N) (LFL, 2004a)
τ_{sow}	duration of one production cycle of a sow (in d), see Table 5.10
Δw_{sow}	net weight gain of a sow during one production cycle (in kg pl^{-1}), see text

The amount of N retained in the piglets between birth and weaning ($m_{g, piglet}$) is derived from the weight of the conception products, the piglet weight gain between birth and weaning and the mean N content of pigs:

Die bis zum Absetzen in den Saugferkeln gebundene N-Menge $m_{g, piglet}$ wird aus dem Gewicht der Konzeptionsprodukte, der Differenz von Absetzgewicht und Geburtsgewicht sowie dem mittleren N-Gehalt von Schweinen berechnet.

$$m_{\text{g, piglets}} = n_{\text{sp}} \cdot [a_{\text{cp}} + (w_{\text{piglet, w}} - w_{\text{piglet, b}})] \cdot x_{\text{N, pig}} \quad \textbf{(5.8)}$$

$m_{g, piglets}$	amount of N retained in conception products and growing piglets (in kg sow^{-1} a^{-1} N)
n_{sp}	annual mean of piglets per sow (piglet sow^{-1} a^{-1}), see Chapter 5.3.2
a_{cp}	mass of conception products developed per piglet (in kg $piglet^{-1}$), see below
$w_{piglet, w}$	weaning weight of a piglet (in kg $piglet^{-1}$), see Chapter 5.3.1.2
$w_{piglet, b}$	birth weight of a piglet (in kg $piglet^{-1}$), see Chapter 5.3.1.2
$x_{N, pig}$	nitrogen content of a pig's body ($x_{N, pig}$ = 0.0256 kg kg^{-1} N) (LFL, 2004a)

The mass of conception products has to be related to the number of piglets raised. According to DLG (2008), pg. 13, the overall mass of the conception products is 25 kg sow^{-1} ro^{-1}, the number of piglets is 13 per litter. Hence, the resulting mass per piglet (a_{cp}) is the ratio of the mass of overall and the number of piglets, i.e. a_{cp} = 1.923 kg $piglet^{-1}$.

Based on the digestibilities provided in Table 5.12 the calculation of the TAN content of excreta yields above 75 % of total N excreted (see Chapter 3.3.4.3.5).

Die auf das einzelne Ferkel bezogene Masse der Konzeptionsprodukte (a_{cp}) ist der Quotient aus der typischerweise insgesamt angesetzten Masse der Konzeptionsprodukte (25 kg sow^{-1} ro^{-1}, see DLG, 2008, S. 13) und der dazu konsistenten Anzahl an Ferkeln pro Wurf (13 piglets sow^{-1} ro^{-1}, see GFE, 2006, pg. 74). In diesem Fall erhält man a_{cp} = 1,923 kg $Ferkel^{-1}$.

Mit den Verdaulichkeiten nach Table 5.12 errechnet sich ein TAN-Gehalt der Ausscheidungen von über 75 % der Gesamt-N-Ausscheidung (siehe Kapitel 3.3.4.3.5).

5.3.7.2 *Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

For sows, KTBL provides amounts of straw (fresh matter) between 0.4 kg pl^{-1} d^{-1} and 0.7 kg pl^{-1} d^{-1} (e. g. KTBL, 2006a, pg. 469 and pg. 461). Bedding in sow housings with a special piglets' nest („Ferkelnest") amounts to 0.5 kg pl^{-1} d^{-1} (KTBL, 2006a, pg. 499 and pg. 507). However, as no frequency distributions are available, there is no distinction between various sow housing types. Hence the inventory is based on a straw input (fresh matter) of 0.5 kg pl^{-1} d^{-1} equivalent to $2.5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N ($1.25 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN, respectively).

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

KTBL gibt für Sauen Strohmengen (Frischmasse) zwischen 0,4 kg pl^{-1} d^{-1} und 0,7 kg pl^{-1} d^{-1} an (z. B. KTBL, 2006a, S. 469 und S. 461). In der Sauenhaltung mit Ferkelnestern wird nach KTBL (2006a), S. 499 und S. 507, von 0,5 kg pl^{-1} d^{-1} ausgegangen. Da im Inventar verschiedene Haltungsformen mangels Häufigkeitsverteilungen nicht unterschieden werden können, wird generell mit einer Strohmenge (Frischmasse) von 0,5 kg pl^{-1} d^{-1} bzw. $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N (entsprechend $1{,}25 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN) gerechnet.

5.3.7.3 *Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall*

The NH_3 emission factors for housing can be found in Chapter 5.2.2.

The mitigation of NH_3 emissions by air scrubbers is taken into account, see Chapter 3.4.5.2.

Die NH_3-Emissionsfaktoren für Ställe finden sich im Kapitel 5.2.2.

Die Minderung von NH_3-Emissionen durch Abluftreinigungsanlagen wird berücksichtigt, s. Kapitel 3.4.5.2.

5.3.7.4 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

The emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 are the same for all pig categories, see Chapter 5.2.

Die Emissionsfaktoren NH_3, N_2O, NO und N_2 sind für alle Schweinekategorien gleich, siehe Kapitel 5.2.

5.3.7.5 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

5.3.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 5.13 (Source: EMEP(2013)-3B-30, Table 3.11).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the var-

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 5.13 angegeben (Source: EMEP(2013)-3B-30, Table 3.11).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stall-

ious housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

The mitigation of PM emissions by air scrubbers is taken into account in districts with air scrubber-equipped pig husbandry , see Chapter 3.4.5.2.

formen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

Die Minderung von PM-Emissionen durch in manchen Kreisen in der Schweinehaltung vorhandene Abluftreinigungsanlagen wird berücksichtigt, siehe Kapitel 3.4.5.2.

Table 5.13: Sows, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	1.77	0.80	0.14
slurry based	güllebasiert	1.36	0.61	0.11
Source: EMEP(2013)-3B-30, Table 3.11				

5.3.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 5.14: Sows, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.09	
		CH_4 manure management	EM1005.09	
		NMVOC	EM1007.09	
		NH_3	EM1009.09	
		N_2O	EM1009.39	
		NO	EM1009.69	
		TSP	EM1010.09	
		PM_{10}	EM1010.39	
		$PM_{2.5}$	EM1010.69	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.09	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.09	
		CH_4 manure management	IEF1005.09	
		NMVOC	IEF1007.09	
		NH_3	IEF1009.08	
		N_2O	IEF1009.36	
		NO	IEF1009.64	
		TSP	IEF1010.08	
		PM_{10}	IEF1010.36	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.64	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.01	AI1005PSH.32
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.41	EXCR.45

5.4 Weaners / Aufzuchtferkel

Weaners are young pigs between weaning and the begin of fattening.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 5.15.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Aufzuchtferkel sind die jungen Schweine nach dem Absetzen von der Sau bis zum Beginn der Mast.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.15 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 5.15: Weaners, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	3	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

5.4.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.4.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

The piglet numbers n_M (siehe Table 5.1) provided by the statistical offices of the Länder (STATLA C III 1 – vj 4) include all animals with live weights up to 20 kg an^{-1}. In the inventory, this number cannot be used directly as the number of weaners, as it comprises the suckling-pigs (these are considered together with the sows, see Chapter 5.3.2) and does not cover those weaners heavier than 20 kg an^{-1}. (For the end weight data of the piglet production cycle see Chapter 5.4.1.2 unterhalb.) Weaners exceeding the weight of 20 kg an^{-1} are contained in the number of "young pigs" (Jungschweine, n_N in Table 5.1) in the official statistics. The number ($n_{piglets+}$) is derived below.

These considerations lead to the approach for the calculation of the number of animals in the inventory category "weaners" (HAENEL et al., 2011a).

Die Ferkelzahlen n_M der Statistischen Landesämtern (STATLA C III 1 – vj 4), siehe Table 5.1, umfassen die Ferkel bis 20 kg an^{-1} Gewicht. Diese Zahl kann nicht unmittelbar als Zahl der Aufzuchtschweine im Inventar verwendet werden, da sie einerseits die bei den Sauen berücksichtigte Saugferkel-Population (n_{sp}, siehe Kapitel 5.3.2) einschließt, andererseits aber nicht diejenigen Aufzuchtferkel erfasst, die schwerer als 20 kg an^{-1} sind. (Zum Endgewicht der Ferkelaufzucht-Phase siehe Kapitel 5.4.1.2 unten). Die Aufzuchtschweine, die schwerer als 20 kg an^{-1} sind, sind in der offiziellen Statistik der Jungschweine (n_N, siehe Table 5.1) enthalten. Ihre Anzahl wird im Folgenden mit $n_{piglets+}$ bezeichnet.

Aus diesen Überlegungen resultiert der Ansatz zur Berechnung der Anzahl der Aufzuchtschweine für das Inventar (HAENEL et al., 2011a):

$$n_{we} = n_M - n_{sp} + n_{piglets+} \quad \textbf{(5.9)}$$

n_{we}	number of weaners in the inventory (in pl)
n_{sp}	number of suckling-pigs, see Chapter 5.3.2 (in pl)
n_M	number of piglets in German census, see Table 5.1 (in pl)

and

$$n_{piglets+} = x_{pN} \cdot n_N \quad \textbf{(5.10)}$$

$n_{piglets+}$	number of weaners contained in the official pig category "young pigs", see Table 5.1 (in pl)
x_{pN}	fraction of young pigs to be regrouped into the category of weaners (in pl pl^{-1}), see below
n_N	number of young pigs in German census, see Table 5.1 (in pl)

The fraction of young pigs (Jungschweine), x_{pN}, in the inventory attributed to the category of weaners, is estimated from weight data as follows:

Der relative Anteil x_{pN} der Jungschweine, die im Inventar der Kategorie der Aufzuchtferkel zugeordnet werden, wird mit Hilfe von Gewichtsdaten geschätzt:

$$x_{pN} = \frac{w_{we,\ fin} - w_{yp,\ start}}{w_{yp,\ fin} - w_{yp,\ start}} \quad \textbf{(5.11)}$$

x_{pN}	fraction of young pigs to be regrouped into the category of weaner (in pl pl^{-1})
$w_{we, fin}$	weaner weight at the end of the production period (in pl), see Chapter 5.4.1.2
$w_{yp, start}$	lower weight boundary of the official category of young pigs ($w_{yp, start}$ = 20 kg an^{-1}, see Table 5.1)
$w_{yp, fin}$	upper weight boundary of the official category of young pigs ($w_{yp, start}$ = 50 kg an^{-1},see Table 5.1)

On the national scale, the standard error for the number of animal places of the subcategories “sows”, “weaners” and “fattening pigs” is lower than 2 % according to German official statistics. Larger standard errors may exist for single federal states. However, as emission reporting is on the national level, the standard error for subcategory “weaners” is fixed to 2 %, accordingly the uncertainty as half the 95 % confidence intercvall to 4 %. A normal distribution is assumed.

Auf Deutschlandebene wird der Standardfehler für diejenigen Tiere, die in die Inventarkategorien „Sauen“, „Aufzuchtferkel“ und “Mastschweine“ fallen, durch das Statistische Bundesamt mit „bis unter 2 %“ beziffert. In den einzelnen Bundesländern können auch höhere Standardfehler auftreten. Da die Emissionsberichterstattung auf nationaler Ebene erfolgt, wird für „Aufzuchtferkel“ ein Standardfehler von 2 % angesetzt, d. h. 4 % für das halbe 95 %-Konfidenzintervall (Normalverteilung).

5.4.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The start weight of weaners is the weight of a suckling-pig at the end of the lactation period (8 kg an^{-1}, see Chapter 5.3.1.2. The final weaner weight is identical to the initial fattening pig weight (25 – 33 kg an^{-1}, see Table 5.21 in Chapter 5.5.1.2).

Das Aufzuchtferkel-Anfangsgewicht entspricht dem Saugferkelgewicht zum Zeitpunkt des Absetzens (8 kg an^{-1}, siehe Kapitel 5.3.1.2). Die Endgewichtdaten in der Ferkelaufzucht entsprechen den Anfangsgewichten der Mastschweine (25 – 33 kg an^{-1}, siehe Table 5.21 in Kapitel 5.5.1.2).

No data is available on the spatial and temporal distribution of the mean daily weight gain. Thus, the daily weight gain has to be estimated. For this purpose, it is assumed that the weight gain rates of weaners and fattening pigs have developed similarly in given areas and years.

Da regional und zeitlich differenzierte Daten des mittleren täglichen Zuwachses nicht verfügbar sind, muss dieser geschätzt werden. Dazu wird angenommen, dass sich die Gewichtszuwächse von Aufzuchtferkeln und Mastschweinen regional und zeitlich ähnlich entwickelt haben:

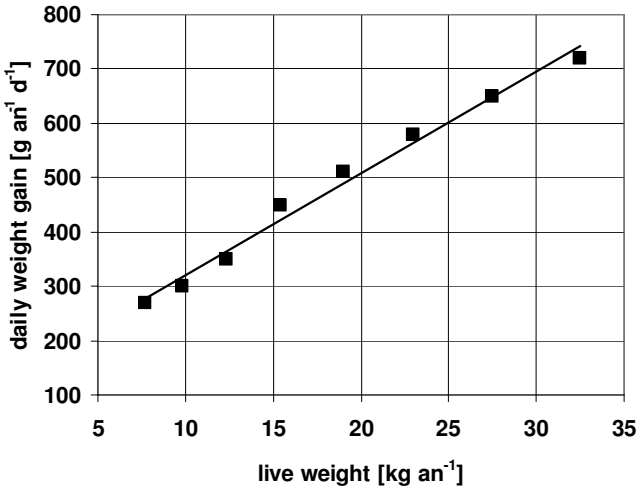
$$\frac{\Delta w_{we}}{\Delta t} = c_{we} \cdot \frac{\Delta w_{fp}}{\Delta t} \qquad \textbf{(5.12)}$$

$\Delta w_{we}/\Delta t$	mean daily weight gain of weaners (in g an^{-1} d^{-1})
c_{we}	constant, see below
$\Delta w_{fp}/\Delta t$	mean daily weight gain of fattening pigs (in g an^{-1} d^{-1}), see Chapter 5.5.1.2

The daily weight gain rate is a function of time and therefore of animal weight as is shown exemplarily in Figure 5.1. However, example calculations showed that the total energy requirements of weaners during one round can well be calculated by using a constant mean daily weight gain. Hence, it seems appropriate to use a constant mean daily weight gain also in Equation (5.12).

Dieser Ansatz berücksichtigt nicht, dass die Gewichtszunahme eine Funktion der Lebenszeit und damit des Tiergewichtes ist, wie in Figure 5.1 beispielhaft gezeigt wird. Beispielrechnungen haben aber gezeigt, dass der Gesamtenergiebedarf mit hinreichender Genauigkeit auch durch Annahme einer konstanten mittleren Gewichtszunahme berechnet werden kann. Diesen Ansatz verfolgt das Inventar (siehe Gleichung (5.12)).

Figure 5.1: Weaners, weight gain as a function of live weight. Variable data: LFL (2004b); solid line: linear approximation.



The constant of proportionality, c_{we}, is obtained as c_{we} = 0.6216 from the following data evaluation:

Die Proportionalitätskonstante c_{we} lässt sich aus einer Datenauswertung zu c_{we} = 0,6216 errechnen:

$$c_{we} = \frac{1}{\Delta t_{we,\,KTBL}} \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \left[\left(w_{we,\,fin,\,i} - w_{we,\,start,\,i} \right) \cdot \left(\frac{\Delta w_{fp}}{\Delta t} \right)_i^{-1} \right] \qquad \textbf{(5.13)}$$

c_{we}	constant
n	total number of original data sets available from the federal-state data base for the years 1990 to 2008
i	running index
$w_{we,\,fin,\,i}$	weaner weight at the end of the production period (in kg animal^{-1}), see above
$w_{we,\,start,\,i}$	weaner weight at the beginning of the production period, i. e. piglet weight at weaning (in kg animal^{-1}), see above
$\Delta t_{we,\,KTBL}$	typical duration of weaner production period (national mean, excluding service times) as provided by KTBL (2004), pg. 466 ($\Delta t_{we,\,KTBL}$ = 48 d)
$\Delta w_{fp}/\Delta t$	mean daily weight gain of fattening pigs (in g animal^{-1} d^{-1}), see above

Using c_{we} = 0.6216, the daily weaner weight gain rates vary between 377 g an^{-1} d^{-1} and 466 g an^{-1} d^{-1}, depending on federal state and year. The national mean for 1990 to 2006 is 420 g an^{-1} d^{-1}, which is identical with the typical value given by KTBL (2004), pg. 465.

The calculated duration of weaner production, τ_{we}, is between 40 and 59 d (for the original data without data gap closure), a range similar to that reported by KTBL (2004), pg. 466, of 45 to 60 d.

Mit c_{we} = 0,6216 ergeben sich abhängig von Bundesland und Jahr tägliche Gewichtszunahmen zwischen 377 g an^{-1} d^{-1} und 466 g an^{-1} d^{-1}. Als deutscher Mittelwert für 1990 bis 2006 ergibt sich 420 g an^{-1} d^{-1}. Dieser Wert wird in KTBL (2004), S. 465 als typischer Wert angesehen.

Die berechnete Dauer des Aufzuchtferkelproduktion τ_{we} beträgt 40 bis 59 d (Originaldaten ohne Schließung der Datenlücken). Dies entspricht recht gut dem in KTBL (2004), S. 466, angegebenen Bereich von 45 bis 60 d.

5.4.1.3 *Duration of weaner lifespan / Dauer der Aufzuchtferkel-Lebensphase*

The duration of weaner production (τ_{we}) is obtained by dividing the total weight gain by the average daily weight gain rate.

Die Aufzuchtdauer τ_{we} ergibt sich aus dem Verhältnis von Gesamtzuwachs zu mittlerem täglichen Gewichtszuwachs.

$$\tau_{we} = \frac{w_{we,\,fin} - w_{we,\,start}}{\beta \cdot \frac{\Delta w_{we}}{\Delta t}} \qquad \textbf{(5.14)}$$

τ_{we}	duration of lifespan as weaner (in d)
$w_{we,\,fin}$	weaner weight at the end of the production period (in g animal^{-1} d^{-1}), see Chapter 5.4.1.2
$w_{we,\,start}$	weaner weight at the beginning of the production period, i. e. piglet weight at weaning (in g animal^{-1} d^{-1}), see Chapter 5.4.1.2

β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-3}$ kg g^{-1})
$\Delta w_{we}/\Delta t$	mean daily weight gain of weaners (in g animal^{-1} d^{-1}), see Chapter 5.4.1.2

5.4.2 Energy requirements / Energiebedarf

For weaners, the metabolic energy (ME) requirements comprise the requirements for both maintenance and growth. The calculation in the inventory is based on the recommendations in GFE (2006). These recommendations can be combined to a general formula describing the total ME requirements for the growth between two animal weights $w_{we,0}$ und $w_{we,1}$ (HAENEL, 2011a):

Bei Aufzuchtferkeln umfasst der Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) den Bedarf für Erhaltung und Zuwachs. Der Berechnung im Inventar liegen die Empfehlungen von GFE (2006) zugrunde. Diese können zu einer allgemeinen Formel kombiniert werden, die den ME-Gesamtbedarf für das Wachstum zwischen zwei Tiergewichten $w_{we,0}$ und $w_{we,1}$ beschreibt (HAENEL, 2011a):

$$\Sigma ME_{we}(w_{we,0}, w_{we,1}) = \eta_{ME,m,we} \cdot \frac{w_{unit}^2}{1.75 \cdot (\Delta w/\Delta t)^*_{we}} \cdot \left[\left(\frac{w_{we,1}}{w_{unit}}\right)^{1.75} - \left(\frac{w_{we,0}}{w_{unit}}\right)^{1.75} \right] + \eta^*_{ME,g,we} \cdot (w_{we,1} - w_{we,0}) \quad \textbf{(5.15)}$$

$\Sigma ME(w_0, w_1)$	ME required for the fattening phase between the weights w_0 and w_1 (in MJ an^{-1} ME)
$\eta_{ME,m,we}$	specific metabolisable energy required for maintenance ($\eta_{ME,m,we}$ = 1.25· 0.44 MJ kg^{-1} d^{-1}, see GFE, 2006, pg. 23)
w_{unit}	unit weight (w_{unit} = 1 kg an^{-1})
$w_{we,0}$, $w_{we,1}$	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_{we,0} < w_{we,1}$ (in kg an^{-1} ME)
$(\Delta w/\Delta t)^*_{we}$	mean daily weight gain during the entire fattening period (in kg an^{-1} d^{-1})

and

$$\eta^*_{ME,g,we} = \frac{\alpha_{p,we}}{k_{p,we}} \cdot P_{we} + \frac{\alpha_{f,we}}{k_{f,we}} \cdot \left(a_{F,we} + b_{F,we} \cdot \frac{w_{we,0} + w_{we,1}}{2} \right) \quad \textbf{(5.16)}$$

$\eta^*_{ME,g,we}$	effective specific metabolizable energy required for growth, to be used for the entire fattening period (in MJ kg^{-1} ME)
$\alpha_{p,we}$	energy content of protein ($\alpha_{p,we}$ = 23.8 MJ kg^{-1} ME, see GFE, 2006, pg. 32)
$\alpha_{f,we}$	energy content of fat ($\alpha_{f,we}$ = 39.7 MJ kg^{-1} ME, see GFE, 2006, pg. 33)
$k_{p,we}$	partial efficiency ($k_{p,we}$ = 0.7 MJ MJ^{-1}, see GFE, 2006, pg. 33)
$k_{f,we}$	partial efficiency ($k_{f,we}$ = 0.7 MJ MJ^{-1}, see GFE, 2000, pg. 33)
P_{we}	constant ratio of protein gain to weight gain (P_{we} = 0.17 kg kg^{-1}, see GFE, 2000, pg. 29)
$a_{F,we}$	constant ($a_{F,we}$ = 0.08 kg kg^{-1})
$b_{F,we}$	constant ($b_{F,we}$ = 0.003 kg^{-1} an)
$w_{we,0}$, $w_{we,1}$	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_{we,0} < w_{we,1}$ (in kg an^{-1} ME)

The procedure given above for the calculation of the cumulative ME requirements is based on the assumption that, other than displayed in Figure 5.1, the daily weight gain rate can be taken as a constant mean value. Exemplary calculations have shown that the effect of this simplification is negligible.

Die oben angegebene Prozedur zur Berechnung des kumulativen ME-Bedarfs beruht im Gegensatz zu Figure 5.1 auf der Annahme einer mittleren, d. h. vom Lebendgewicht unabhängigen täglichen Gewichtszunahme. Beispielrechnungen haben gezeigt, dass die Auswirkung dieser Vereinfachung vernachlässigbar ist.

5.4.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Weaners are fed in two phases. The change from phase 1 to phase 2 is at an approximate weight of 12 kg an^{-1}.

Typical properties of the phase feeding are listed in Table 5.16.

The feed composition in the New Länder in the years after the German unification did not differ in principle from that listed in Table 5.16 (expert judgement SCHNABEL, RÖNSCH, BODENSTEIN).

N reduced feeding of weaners is of minor relevance (expert judgement KÜSTER, LWK Niedersachsen) and no reliable data are available. Hence, the inventory does not consider N reduced feeding of weaners.

Aufzuchtferkel werden in zwei Phasen gefüttert. Die Grenze zwischen den beiden Phasen wird durch ein Tiergewicht von 12 kg an^{-1} definiert.

Typische Eigenschaften der Phasenfütterung gehen aus Table 5.16 hervor.

In den neuen Bundesländern unterschied sich auch unmittelbar nach der Wende das Futter nicht von dem in Table 5.16 angegebenen (Expertenschätzung SCHNABEL, RÖNSCH, BODENSTEIN).

Eine mögliche N-reduzierte Fütterung von Aufzuchtferkeln wird wegen geringer Bedeutung (Expertenurteil KÜSTER, LWK Niedersachsen) und entsprechend unsicherer Datenlage im Inventar nicht berücksichtigt.

Table 5.16: Weaners, diets used in the inventory, and their properties

(X_{DE}: digestibility of energy; X_{ME}: metabolisablity; η_{ME}: content of metabolisable energy, related to dry matter; X_{DOM}: digestibility of organic matter; x_N: N content of normal feed, related to dry matter; $x_{N, red}$: N content of N reduced feed, related to dry matter; x_{ash}: ash content of feed, related to dry matter)

Feed type	Phase	Major components	X_{DE}[a] in MJ MJ^{-1}	X_{ME}[a] in MJ MJ^{-1}	η_{ME}[a] MJ kg^{-1} ME	x_N[a] in kg kg^{-1}	X_{DOM}[a] in kg kg^{-1}	x_{ash}[a] in kg kg^{-1}
weaners A	1	wheat, barley, soybeans and soybean meal, maize	0.8626	0.8524	14.0	0.0290	0.89	0.058
weaners B	2	wheat, barley, soybeans (full fat), maize, soybean oil	0.8498	0.8064	13.8	0.0266	0.88	0.057

[a] Source: Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, private communication; energy and protein/nitrogen contents according to BEYER et al. (undated) and LFL (2004b).

The daily intakes of feed, nitrogen, and gross energy (GE_{we}) are averaged over both feeding phases by analogy to the method described in Chapter 5.3.3. Digestibility X_{DE} and metabolizability X_{ME} are obtained by analogy.

Die über beide Phasen gemittelte tägliche Aufnahme an Futter, Stickstoff und Gesamtenergie GE_{we} wird analog zu Kapitel 5.3.3 berechnet. Entsprechendes gilt für die Verdaulichkeit X_{DE} und die Umsetzbarkeit X_{ME}.

5.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. This methods needs the gross energy intake (see Chapter 5.4.3) and the methane conversion factor $x_{CH4, GE}$ as input.

The source of the national methane conversion rate of 0.0044 MJ MJ^{-1} is DÄMMGEN ET. AL. (2012c). (IPCC(2006) does not provide a methane conversion rate for pigs.)

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. Normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 5.4.3) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4, GE}$ berechnet.

Der nationale Methan-Umwandlungsfaktor von 0,0044 MJ MJ^{-1} ist DÄMMGEN ET. AL. (2012c) entnommen. (Ein entsprechender Faktor wird in IPCC(2006) nicht bereitgestellt.)

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

5.4.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

A Tier 2 approach is used to calculate CH_4 emissions from manure management (cf. Chapter 3.3.4.1).

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

The necessary information on the digestability of organic matter and the ash contents of the diet are obtained as weighted means from the properties of feed constituents as listed in Table 5.16. The national mean digestibility of organic matter for 2010 is 0.88 kg kg^{-1}, the national mean ash content (related to dry matter) für 2010 amounts to 0.057 kg kg^{-1}.

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 5.2 (see Chapter 5.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

CH_4 aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird mit einem Stufe-2-Verfahren berechnet (Kapitel 3.3.4.1).

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Die erforderlichen Daten zur Verdaulichkeit organischer Substanz und zum Aschegehalt im Futter ergeben sich als gewichtetes Mittel der Daten in Table 5.16. Die mittlere Verdaulichkeit organischer Substanz liegt im Deutschlandmittel für 2010 bei 0,88 kg kg^{-1}, das nationale Mittel des Aschegehaltes liegt im Jahr 2010 bei 0,057 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse).

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren (*MCF*) für die einzelnen Lagerungssysteme sind Table 5.2 in Kapitel 5.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

5.4.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

5.4.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

5.4.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

The amount of N taken in with feed is calculated using typical diet composition and amounts of feed. The amount of N retained is subtracted (N content of weaners' bodies: 0.0256 kg kg^{-1}; LFL, 2004a).

Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird für typische Futterzusammensetzungen und –mengen leistungsbezogen berechnet. Hiervon wird die im Körper verbleibende N-Menge abgezogen (N-Gehalt des Gesamtkörpers 0,0256 kg kg^{-1}; LFL, 2004a).

$$m_{\text{excr}} = \frac{\alpha}{\tau_{\text{we}}} \cdot \left(m_{\text{F, FD}} \cdot x_{\text{N}} - \Delta w_{\text{we}} \cdot x_{\text{N, pig}} \right) \qquad \textbf{(5.17)}$$

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1})
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
τ_{we}	duration of lifespan as weaner (in d), see Chapter 5.4.1.2
$m_{\text{F, DM}}$	daily feed intake of a sow, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1}), see Chapter 5.4.3
x_{N}	nitrogen content of normal diet (in kg kg^{-1} N), see Chapter 5.4.3
Δw_{we}	weight gain (in kg an^{-1}), see Chapter 5.4.1.2
$x_{\text{N, pig}}$	nitrogen content of a pig's body ($x_{\text{N, pig}}$ = 0.0256 kg kg^{-1} N) (LFL, 2004a)

The content of ammoniacal N (TAN) is calculated (see Chapter 3.3.4.3.5). It amounts to about the value given by DÖHLER et al. (2002), which is 66 % of the N excreted.

Der TAN-Gehalt wird berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.3.5). Er liegt im Bereich des von DÖHLER et al. (2002) angegeben Wertes von 66 % der ausgeschiedenen N-Menge.

5.4.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The amounts of N are given in Table 5.17. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralize to TAN during storage.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt, siehe Table 5.17. Zu Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren

Table 5.17: Weaners, N inputs with straw in solid-manure systems

Housing type	Haltungssystem	straw input[a] kg pl^{-1} d^{-1}	dry matter (DM) kg pl^{-1} d^{-1}	N input (in DM) kg pl^{-1} d^{-1}	TAN kg pl^{-1} d^{-1}
plane floor with bedding	planbefestigter Boden mit Einstreu	0.15 [a, b]	0.13	$0.75 \cdot 10^{-3}$	$0.37 \cdot 10^{-3}$
deep bedding	Tiefstreu	0.20 [c]	0.17	$1.00 \cdot 10^{-3}$	$0.50 \cdot 10^{-3}$

[a] KTBL (2006a), pg. 577; [b] Source: KTBL (2006a), pg. 581; [c] KTBL (2006a), pg. 585

5.4.7.3 Frequency distribution of housing systems / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen

The frequency distribution of housing, storage and application methods is the same as for fattening pigs (see Chapter 0).

Die Häufigkeit der Haltungsverfahren, der Lagerungsverfahren und der Ausbringungsverfahren entspricht der von Mastschweinen (siehe Kapitel 0).

5.4.7.4 *Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall*

The NH_3 emission factors for housing can be found in Chapter 5.2.2.

The mitigation of NH_3 emissions by air scrubbers is taken into account, see Chapter 3.4.5.2.

Die NH_3-Emissionsfaktoren für Ställe finden sich im Kapitel 5.2.2.

Die Minderung von NH_3-Emissionen durch Abluftreinigungsanlagen wird berücksichtigt, s. Kapitel 3.4.5.2.

5.4.7.5 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

The emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 are the same for all pig categories, see Chapter 5.2.

Die Emissionsfaktoren NH_3, N_2O, NO und N_2 sind für alle Schweinekategorien gleich, siehe Kapitel 5.2.

5.4.7.6 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

5.4.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 5.18 (Source: EMEP(2013)-3B-30, Table 3.11).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

The mitigation of PM emissions by air scrubbers is taken into account in districts with air scrubber-equipped pig husbandry, see Chapter 3.4.5.2.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 5.18 angegeben (Source: EMEP(2013)-3B-30, Table 3.11).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

Die PM-Emissionen mindernde Wirkung von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung wird berücksichtigt, siehe Kapitel 3.4.5.2.

Table 5.18: Weaners, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.00	0.00	0.00
slurry based	güllebasiert	0.36	0.16	0.03

Source: EMEP(2013)-3B-30, Table 3.11

5.4.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 5.19: Weaners, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.10	
		CH_4 manure management	EM1005.10	
		NMVOC	EM1007.10	
		NH_3	EM1009.10	
		N_2O	EM1009.40	
		NO	EM1009.70	
		TSP	EM1010.10	
		PM_{10}	EM1010.40	
		$PM_{2.5}$	EM1010.70	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.11	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.10	
		CH_4 manure management	IEF1005.10	
		NMVOC	IEF1007.10	
		NH_3	IEF1009.09	
		N_2O	IEF1009.37	
		NO	IEF1009.65	
		TSP	IEF1010.09	
		PM_{10}	IEF1010.37	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.65	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.33	AI1005PSH.63
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.46	EXCR.50

5.5 Fattening pigs / Mastschweine

Fattening pigs are all pigs in the final fattening stages, i.e. with weights above about 28 kg an^{-1} till slaughtering (ca. 105 bis 120 kg an^{-1} live weight).

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 5.20.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Als Mastschweine werden alle Schweine bezeichnet, die von Gewichten ab größenordnungsmäßig 28 kg an^{-1} bis zur Schlachtreife (etwa 105 bis 120 kg an^{-1}) gehalten werden.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.20 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 5.20: Fattening pigs, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	3	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

5.5.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.5.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

The animal numbers relevant for the inventory can be obtained from statistical data (STATLA C III 1 –vj 4) taking into account that the number $n_{piglets+}$ of weaners exceeding a weight of 20 kg has to be subtracted, because it is included in n_N (HAENEL et al, 2011b):

Die im Inventar zu verwendenden Tierzahlen können aus statistisch verfügbaren Daten (STATLA C III 1 – vj 4) berechnet werden, wobei mit $n_{piglets+}$ die in n_N enthaltene Anzahl von Aufzuchtschweinen schwerer als 20 kg zu subtrahieren ist (HAENEL et al., 2011b):

$$n_{fp} = n_N + n_O + n_P + n_Q - n_{piglets+} \quad \textbf{(5.18)}$$

n_{fp}	number of fattening pigs considered
n_N etc.	animal numbers of type N (etc.) in the German census (see Table 5.1)
$n_{piglets+}$	number of weaners contained in the official pig category “young pigs”, see Chapter 5.4.1.1

On the national scale, the standard error for the number of animal places of the subcategories “sows”, “weaners” and “fattening pigs” is lower than 2 % according to German official statistics. Larger standard errors may exist for single federal states. However, as emission reporting is on the national level, the standard error for subcategory “fattening pigs” is fixed to 2 %, accordingly the uncertainty as half the 95 % confidence intercvall to 4 %. A normal distribution is assumed.

Auf Deutschlandebene wird der Standardfehler für diejenigen Tiere, die in die Inventarkategorien „Sauen“, „Aufzuchtferkel“ und “Mastschweine“ fallen, durch das Statistische Bundesamt mit „bis unter 2 %“ beziffert. In den einzelnen Bundesländern können auch höhere Standardfehler auftreten. Da die Emissionsberichterstattung auf nationaler Ebene erfolgt, wird für “Mastschweine“ ein Standardfehler von 2 % angesetzt, d. h. 4 % für das halbe 95 %-Konfidenzintervall (Normalverteilung).

5.5.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

Official German statistics do not report weights (initial and final live weight) and weight gains of fattening pigs.

Hence, the inventory uses data published by pig producers’ associations and data available in agricultural reports of the various federal states (Table 5.21 to Table 5.23). These times series partially exhibit data gaps, especially in the new federal states. No data is available for the City States Hamburg, Bremen and Berlin.

Tiergewichte (Anfangs- und Endgewicht) und Gewichtszunahmen von Mastschweinen werden von der offiziellen deutschen Statistik nicht berichtet.

Daher werden die von den Schweineproduzenten veröffentlichten Daten sowie Daten aus Agrarberichten der verschiedenen Bundesländern verwendet (Table 5.21 bis Table 5.23). Diese Zeitreihen weisen teilweise Lücken auf (vor allem in den neuen Bundesländern). Für die Stadtstaaten Hamburg, Bremen und Berlin sind keine Daten verfügbar.

Table 5.21: Fattening pigs, weight at beginning of the fattening period (in kg an^{-1})

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	28	28	28	28	29	29	30	29	29.3		29.9		29.5		30	30	30.9	32.3	32.3	31.4	31.7	32.2	32.6	32.8
BY	27	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29.4	29.6	29.8	28.3			30.4	30	30.8		30.7	30.8	30.6	30.5
BB								27	27	27	27	27	27				28	28	28.2			29.4	29.1	
HE	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30				30	30	31	30	30	31	30	31
MV								28	27	27	27	27	27				28.8	29	29.8			29.3	28.9	
NI	25.5	26	26	27	28	28.5	28.5	28.5	28.5	29	29	29	28.5	30	30	30	30	30	30.3	29.8	29.8	30.0	29.6	29.5
NW	24	24	25	26	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29.1	30	29.2	28.9	28.9	29.1	28.5	28.6
RP	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31	32	32.3	33.5	33.5	32.9	33.9	33.9	32	27.6	29.5
SL	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31										
SN				28	27			28	28	28	27	27	27				28.8	29.8	28.5			30.1	27.9	27.4
ST																			27.5	28.6		29.2	28.5	28.5
SH	25	25	26	26	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29.5	29.8	30	30.7	30.6	30.6	30.9	30.1	30.2
TH							28	27	28	28	28	27	27				28.0	28.5	27.5	28.9	29.8	29.1	28	

Sources: ASSE & ZACHARIAS (2011, 2012b, 2013b); BD (2011); LKV (2003, 2011, 2012, 2013); LKV-SN (2012, 2013, 2014); LKV-ST (2011, 2012, 2013); LSZ (2007, 2008a, 2009a); LWK-SH (2010, 2011, 2012); SCHOLZ & ZACHARIAS (2008); SMUL (2008, 2009) THLMNU (2002, 2009), TLL (2011); ZDS, various years

Table 5.22: Fattening pigs, final weight after fattening (live weight, in kg an^{-1})

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	106	106	106	109	110	110	112	112	113	114	113	114	116	117	118		119	119	119	119.4	120	120.3	120.7	120.5
BY	105	106	106	108	109	111	111	113	114	115	114.4	114.9	116	116.3	117	117	118	118	117.6	118	118.5	120.5	120.8	121.2
BB								115	113	114	113	115	114				115	115	115.6	115.7	116	117.1	117.7	
HE	107	106	109	112	111	114	114	113	116	116	116	117	119				121		121	121	121	122	122	124
MV								113	113	115	115	116	117				117	117	116.2	116.8	117.5	117.8	118.0	
NI	109.5	110	110.5	112.5	116	116.5	117	117	118	117	116	116.5	117.5	118	118.5	118.6	119.7		119	119.5	119.5	120.7	121.1	121.3
NW	109	111	112	114	115	117	118	119	119	118	118	119	120	120	120	119.8	119.8	120	120	120.9	120.9	121.4	121.0	120.8
RP	106	107	107	107	109	110	111	113	114	115	114	114	117	117	118	118	119.1	119	116.4	116.9	116.9	119.0	112.0	119.5
SL	106	107	107	107	109	110	111	113	114	115	114	114	117	117										
SN				116	109		111.3	113.4	114.4	113.9	114.6	114.5	115.0	116.2	115.7	115.7	116.4	116.8	116.8	117.5	118.3	118.8	118.6	118.0
ST																				117.5	117.5	117.9	117.7	118.7
SH	106	109	110	112	114	117	117	117	117	117	116	117	117	118	118	118.4	119	119	118.3	119.1	120.2	119.9	120.0	120.0
TH							113	112	119	113	113	116	115				117	118	116.1	118.3	119.2	117.7	116.9	

Sources: ASSE & ZACHARIAS (2011, 2012b, 2013b); BD (2011); LKV (2003, 2011, 2012, 2013, 2014); LKV-SN (2013); LKV-ST (2009, 2010, 2011, 2012, 2013); LSZ (2007, 2008a,2009a); LWK-SH (2010, 2011, 2012, 2013); MLUR-BB (2002); SCHOLZ & ZACHARIAS (2008); SEGGER (2005b); SLL (2004); SMUL (2002, 2008, 2009, 2010, 2012); THMLNU (2002, 2009), TLL (2011); TMLFUN (2011); ZDS, various years

Table 5.23: Fattening pigs, weight gain during fattening (in g an^{-1} d^{-1})

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW	627	627	623	634	638	632	641	643	660	670	671	681	684		688	679	688	701	701	708	708	723	728	739
BY	653	656	651	649	653	656	658	664	672	685	684	695	699	697	695	702	705	705	709	725	740	758	768	772
BB							620	647	647	652	654	671	675			689	704	709	718	734	750	767	769	
HE	651	650	641	647	665	657	661	645	665	675	683	695	695		702	704	715	721	719	117	743	744	761	752
MV								656	656	677	676	683	689				749	749	752	771	796	799	806	
NI	647	645	648	656	651	653	671	672	685	693	704	711	702	696	700	717	724		730	747	747	776	788	801
NW	638	637	641	650	658	664	671	687	704	716	722	728	716	720	721	729	728	724	732	752	752	764	772	779
RP	643	648	643	627	645	646	647	656	665	688	707	707	683	693	707	694	721	721	708	731	731	735	726	741
SL	643	648	643	627	645	646	647	656	665	688	707	707	683											
SN				607	621		627	647	668	680	699	697	709	716	711	729	749	766	781	789	814	825	825	819
ST								676	684	686	681	687	671	687	704	724	721	735	734	782	740	797	812	817
SH	634	641	647	651	666	675	688	697	708	726	732	738	740	735	731	735	750	750	760	775	792	788	806	828
TH							653	646	657	658	671	675	691				737	752	773	788	807	818	835	

Sources: ASSE & ZACHARIAS (2011, 2012b, 2013b); BD (2011); HMULV (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011); LKV (2003, 2011, 2012, 2013, 2014); LKV-SN (2013); LKV-ST (2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013); LSZ (2007, 2008a, 2009a); LWK-SH (2010, 2011, 2012, 2013); MLUR-BB (2002); MLUV-BB (2007, 2008); SCHOLZ & ZACHARIAS (2008); SEGGER (2005b); SLL 2004); SMUL (2002, 2008, 2009, 2010, 2012); THMLNU (2002, 2009); TLL (2011); TMLFUN (2011); ZDS, various years

Data gaps within and at the end of a time series are closed by keeping the last given value. Missing data for Sachsen-Anhalt is replaced by data of Thüringen, as fattening conditions are similar in both federal states. The same applies to Saarland where data from Rheinland-Pfalz are used for gap closing.

Datenlücken innerhalb und am Ende einer Zeitreihe werden durch Fortschreibung geschlossen. Bei Sachsen-Anhalt fehlende Daten werden durch Übernahme der Daten von Thüringen generiert (vergleichbare Schweinemast). Für das Saarland werden die Daten von Rheinland-Pfalz übernommen.

Data gaps for the new federal states (Neue Bundesländer) at the beginning of the time series are closed as follows: In the year 1990, initial and final animal weights exceeded those in the old federal states (Alte Bundesländer), but the weight gains were smaller. An expert judgement (SCHNABEL, RÖNSCH, BODENSTEIN) was necessary, as official data were misleading. For 1990, a uniform weight of 35 kg an^{-1} was assumend for the beginning of fattening together with a final weight of 115 kg an^{-1}. The weight gain was set to 550 g an^{-1} d^{-1}. From 1991 onwards until official data was available again, the data of Hessen were applied to describe the situation in the new federal states.

For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

Die Datenlücken zu Beginn der Zeitreihen in den neuen Bundesländern werden wir folgt geschlossen: Die Schweinemast in diesen Bundesländern änderte sich nach 1990 erheblich. Im Jahre 1990 waren die Tiergewichte am Anfang und am Ende der Mast in diesen Ländern deutlich höher als in den alten Bundesländern, die Gewichtszunahmen deutlich geringer. Daher wurden für 1990 einheitlich 35 kg an^{-1} für den Anfang der Mast und 115 kg an^{-1} für das Ende der Mast angenommen (typische Gewichtszunahme: 550 g an^{-1} d^{-1}). Von 1991 an bis zur Verfügbarkeit eigener Werte werden die Daten für Hessen für alle neuen Bundesländer übernommen. (Expertenurteil SCHNABEL, RÖNSCH, BODENSTEIN).

Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

5.5.1.3 *Duration of fattening / Mastdauer*

The duration of fattening (τ_{fp}) is obtained by dividing the total weight gain by the average daily weight gain rate.

Die Mastdauer τ_{fp} ergibt sich aus dem Verhältnis von Gesamtzuwachs zu mittlerem täglichen Gewichtszuwachs.

$$\tau_{fp} = \frac{w_{fp,\,fin} - w_{fp,\,start}}{\beta \cdot \frac{\Delta w_{fp}}{\Delta t}} \qquad \textbf{(5.19)}$$

T_{fp}	duration of fattening (in d)
$W_{fp,\,fin}$	weight at the end of fattening (in g $animal^{-1}$ d^{-1}), see Chapter 5.5.1.2
$W_{fp,\,start}$	weight at the beginning of fattening (in g $animal^{-1}$ d^{-1}), see Chapter 5.5.1.2
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-3}$ kg g^{-1})
$\Delta w_{fp}/\Delta t$	mean daily weight gain of weaners (in g $animal^{-1}$ d^{-1}), see Chapter 5.5.1.2

5.5.2 *Energy requirements / Energiebedarf*

The energy requirements of fattening pigs are calculateed according to the recommendations in GFE (2006), cf. HAENEL et al. (2011a). These recommendations refer to animal weights from 30 kg an^{-1} to 100 kg an^{-1}, but are used in the inventory for all fattening pigs (≤ 30 kg an^{-1} bis ≥ 100 kg an^{-1}).

Metabolic energy (ME) requirements comprise the requirements for both maintenance and growth:

Der Energiebedarf von Mastschweinen wird nach den Empfehlungen in GFE (2006) berechnet, vgl. HAENEL et al. (2011a). Die Angaben in GFE (2006) gelten für Tiergewichte von 30 kg an^{-1} bis 100 kg an^{-1}, werden im Inventar aber für alle Mastschweine verwendet (≤ 30 kg an^{-1} bis ≥ 100 kg an^{-1}).

Der Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) umfasst den Bedarf für Erhaltung und Zuwachs:

$$\Sigma ME = \sum_{j=1}^{k_{fin}} \tau_{day} \cdot ME_{m,\,j} + \sum_{j=1}^{k_{fin}} \tau_{day} \cdot ME_{g,\,j} \qquad \textbf{(5.20)}$$

ΣME	total metabolizable energy for the fattening-period (in MJ an^{-1} ro^{-1} ME)
τ_{day}	unit time period (τ_{day} = 1 d ro^{-1})
ME_j	total metabolizable energy requirements for day j (in MJ an^{-1} d^{-1} ME)
j	index of day
k_{fin}	number of final day of fattening period
$\Sigma\, \tau_{day} \cdot ME_{m,\,j}$	fattening-period total of $ME_{m,\,j}$ (in MJ an^{-1} ro^{-1} ME)
$ME_{m,\,j}$	metabolizable energy required for maintenance for day j (in MJ an^{-1} d^{-1} ME)
$\Sigma\, \tau_{day} \cdot ME_{g,\,j}$	fattening-period total of $ME_{g,\,j}$ (in MJ an^{-1} ro^{-1} ME)
$ME_{g,\,j}$	metabolizable energy required for growth for day j (in MJ an^{-1} d^{-1} ME)

The maintenance energy is given by:

Für die Erhaltungsenergie gilt:

$$ME_{\mathrm{m,\,j}} = \eta_{\mathrm{ME,\,m}} \cdot w_{\mathrm{unit}} \cdot \left(\frac{w_{\mathrm{j}}}{w_{\mathrm{unit}}} \right)^{0.75} \qquad \textbf{(5.21)}$$

$ME_{\mathrm{m,\,j}}$	metabolisable energy required for maintenance for day j (in MJ an^{-1} d^{-1})
$\eta_{\mathrm{ME,\,m}}$	specific metabolisable energy required for maintenance (in MJ kg^{-1} d^{-1}, see below)
w_{j}	live weight on day j (in kg an^{-1})
w_{unit}	unit weight (w_{unit} = 1 kg an^{-1})

According to GFE (2006), pg. 23, the specific energy for maintenance is given by:

Die spezifische Erhaltungsenergie ist nach GFE (2006), S. 23, gegeben durch:

$$\eta_{\mathrm{ME,\,m}} = \eta_{\mathrm{ME,\,m,\,n}} \cdot \left(a_{\mathrm{m}} - b_{\mathrm{m}} \cdot \frac{w_{\mathrm{j}} - w_{\mathrm{n}}}{w_{\mathrm{x}} - w_{\mathrm{n}}} \right) \qquad \textbf{(5.22)}$$

$\eta_{\mathrm{ME,\,m}}$	specific metabolisable energy required for maintenance (in MJ kg^{-1} d^{-1})
$\eta_{\mathrm{ME,\,m,\,n}}$	reference value of specific metabolisable energy for maintenance ($\eta_{\mathrm{ME,\,m,\,n}}$ = 0.44 MJ kg^{-1} d^{-1}, GFE, 2006, pg. 23))
a_{m}	constant (a_{m} = 1.25 MJ MJ^{-1})
b_{m}	constant (b_{m} = 0.25 MJ MJ^{-1})
w_{j}	live weight on day j (in kg an^{-1})
w_{n}	lower threshold of animal weight (in kg an^{-1}, see below)
w_{x}	upper threshold of animal weight (in kg an^{-1}, see below)

GFE (2006) uses w_{n} = 30 kg an^{-1} and w_{x} = 100 kg an^{-1}. For animal weights lower than w_{n} the term in brackets is set equal to a_{m}, while for weights greater than w_{x} it equals a_{m} - b_{m}.

GFE (2006) setzt w_{n} = 30 kg an^{-1} und w_{x} = 100 kg an^{-1}, wobei für Tiergewichte kleiner als w_{n} der Wert der Klammer gleich a_{m} und für Tiergewichte größer als w_{x} gleich a_{m} - b_{m} gesetzt wird.

The energy required for growth is given by

Die für Zuwachs benötigte Energie ergibt sich aus:

$$ME_{\mathrm{g,\,j}} = \eta_{\mathrm{ME,\,g,\,j}} \cdot \left(\frac{\Delta w}{\Delta t} \right)_{\mathrm{j}} \qquad \textbf{(5.23)}$$

$ME_{\mathrm{g,\,j}}$	metabolizable energy requireded for daily growth on day j (in MJ an^{-1} d^{-1} ME)
j	index of day
$\eta_{\mathrm{ME,\,g,\,j}}$	specific metabolizable energy required for growth on day j (in MJ kg^{-1} ME, see below)
$(\Delta w/\Delta t)_{\mathrm{j}}$	daily weight gain per animal and day j (in kg an^{-1} d^{-1})

The specific energy requirements for growth, $\eta_{\mathrm{ME,\,g,\,i}}$, is a function of protein and fat gain, which means it is a function of life time:

Der spezifische Energiebedarf für Zuwachs, $\eta_{\mathrm{ME,\,g,\,i}}$, ist von Protein- und Fettzunahme und damit von der Lebenszeit abhängig:

$$\eta_{\mathrm{ME,\,g,\,j}} = \frac{\alpha_{\mathrm{p}}}{k_{\mathrm{p}}} \cdot P_{\mathrm{j}} + \frac{\alpha_{\mathrm{f}}}{k_{\mathrm{f}}} \cdot F_{\mathrm{j}} \qquad \textbf{(5.24)}$$

$\eta_{\mathrm{ME,\,g,\,j}}$	day-dependent specific metabolizable energy required for growth (in MJ kg^{-1} ME)
j	index of day
α_{p}	energy content of protein (α_{p} = 23.8 MJ kg^{-1} ME, see GFE, 2006, pg. 32)
α_{f}	energy content of fat (α_{f} = 39.7 MJ kg^{-1} ME, see GFE, 2006, pg. 33)
k_{p}	partial efficiency (k_{p} = 0.56 MJ MJ^{-1}, see GFE, 2006, pg. 33)
k_{f}	partial efficiency (k_{f} = 0.74 MJ MJ^{-1}, see GFE, 2006, pg. 33)
P_{j}	day-dependent ratio of protein gain to weight gain (in kg kg^{-1}, see below)
F_{j}	day-dependent ratio of fat gain to weight gain (in kg kg^{-1}, see below)

The relative protein gain P can be obtained by differentiation of Equation 8 in GFE (2006), pg. 30, with with respect to animal weight.

Die relative Proteinzunahme P erhält man durch Differenzieren von Gleichung 8 in GFE (2006), S. 30, nach dem Tiergewicht:

$$P_j = a_P - b_P \cdot w_j \quad \textbf{(5.25)}$$

P_j	day-dependent ratio of protein gain to weight gain (in kg kg^{-1}, see below)
j	index of day
a_P	constant (a_P = 0.168 kg kg^{-1})
b_P	constant (b_P = 2 · 0.0000914 kg^{-1} an)
w_j	live weight on day j (in kg an^{-1})

Differentiation of Equation 9 in GFE (2006), pg. 30 with respect to animal weight and the introduction of a reduction factor 0.94 kg kg^{-1} (GFE, 2006, pp. 28 and 31) yields the relative fat gain *F*:

Die Differenzierung von Gleichung 9 in GFE (2006), S. 30, nach dem Tiergewicht sowie die Berücksichtigung eines Reduktionsfaktors von 0,94 kg kg^{-1} (GFE, 2006, S. 28 und 31) ergibt die relative Fettzunahme *F*:

$$F_j = a_F \cdot (b_F + c_F \cdot w_j) \quad \textbf{(5.26)}$$

F_j	day-dependent ratio of fat gain to weight gain (in kg kg^{-1})
j	index of day
a_F	constant (a_F = 0.94 kg kg^{-1})
b_F	constant (b_F = 0.1162 kg kg^{-1})
c_F	constant (c_F = 2 · 0.001389 kg^{-1} an)
w_j	live weight on day j (in kg an^{-1})

By analogy to the procedure used for weaners (see Chapter 5.4.2) the summation formula given above is transformed into an equation, which allows to calculation of the cumulative metabolisable energy from two limiting animal weights, either the start weight and the live end weight, or the weights limiting a specific feeding phase.

For this purpose the summation formula is transformed into an integral equation as described by HAENEL et al. (2011a). In order to account for the fact that the specific metabolisable energy $\eta_{ME,\,m}$ is defined separately for the animal weight intervals "„lower than 30 kg an^{-1}", „30 to 100 kg an^{-1}" und „greater than 100 kg an^{-1}", the integration has to be performed separately for these three intervals.

Like for the weaners (Chapter 5.4.2), the integration is performed under the assumption of a constant (i. e. mean) weight gain rate, cf. also DÄMMGEN et al. (2009a), pg. 178.

Integration leads to a formula for the ME amount required for the growth between animal weights w_0 and w_1 (prerequisite: $w_0 < w_B$ und $w_1 > w_A$)

Wie bei den Aufzuchtferkeln (siehe Kapitel 5.4.2) wird die obige Summenformel in eine Gleichung umgewandelt, mit deren Hilfe der kumulative Energiebedarf zwischen zwei Tiergewichten berechnet werden kann, die entweder Anfangs- und Endgewicht der Mastphase darstellen oder aber auch nur eine Fütterungsphase begrenzen können.

Zu diesem Zweck erfolgt wie in HAENEL et al. (2011a) beschrieben eine Transformation der Summengleichung in eine Integralgleichung. Zur Berücksichtigung der stückweise linear definierten spezifischen metabolisierbaren Energie $\eta_{ME,\,m}$ (siehe oben) ist die Integration allerdings getrennt für die Tiergewichtbereiche „kleiner als 30 kg an^{-1}", „30 bis 100 kg an^{-1}" und „größer als 100 kg an^{-1}" durchzuführen.

Wie bei den Aufzuchtferkeln (Kapitel 5.4.2) erfolgt die Integration unter der Annahme einer konstanten (d. h. mittleren) täglichen Wachstumsrate, vgl. auch DÄMMGEN et al. (2009a), S. 178.

Damit ergibt sich eine Formel für den Bedarf an ME, der benötigt wird, um von Gewicht w_0 zu Gewicht w_1 zu gelangen (Voraussetzung: $w_0 < w_B$ und $w_1 > w_A$):

$$\Sigma ME_{fp}(w_0, w_1) = \eta_{ME,m,n} \cdot \left[\frac{\varphi_1(w_0, w_1, w_A) + \varphi_2(w_0, w_1, w_A, w_B) + \varphi_3(w_0, w_1, w_B)}{(\Delta w / \Delta t)^*} \right] + \eta^*_{ME,g} \cdot (w_1 - w_0) \quad \textbf{(5.27)}$$

$\Sigma ME_{fp}(w_0, w_1)$	ME required for the fattening phase between the weights w_0 and w_1 (in MJ an^{-1} ME)
$\eta_{ME,\,m,\,n}$	reference value of specific metabolisable energy for maintenance ($\eta_{ME,\,m,\,n}$ = 0.44 MJ kg^{-1} d^{-1}, GFE, 2006, pg. 23)
w_0, w_1	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_0 < w_1$ (in kg an^{-1} ME)
w_A	reference weight according to GfE (2006, pg. 23) (w_A = 30 kg an^{-1})
w_B	reference weight according to GfE (2006, pg. 23) (w_B = 100 kg an^{-1})
$(\Delta w/\Delta t)^*$	mean weight gain during the entire fattening period (in kg an^{-1} d^{-1})

and

$$\varphi_1 = \frac{a_m \cdot w_{unit}^2}{1.75} \cdot \left[\left(\frac{\min(w_1, w_A)}{w_{unit}} \right)^{1.75} - \left(\frac{\min(w_0, w_A)}{w_{unit}} \right)^{1.75} \right] \quad \textbf{(5.28)}$$

$$\varphi_2 = \left\{ \begin{array}{l} \frac{w_{unit}^2}{1.75} \cdot \left(a_m + \frac{b_m \cdot w_A}{w_B - w_A} \right) \cdot \left[\left(\frac{\max(w_A, \min((w_1, w_B))}{w_{unit}} \right)^{1.75} - \left(\frac{\min(w_B, \max(w_0, w_A))}{w_{unit}} \right)^{1.75} \right] - \\ \frac{b_m \cdot w_{unit}^3}{2.75 \cdot (w_B - w_A)} \cdot \left[\left(\frac{\max(w_A, \min(w_1, w_B))}{w_{unit}} \right)^{2.75} - \left(\frac{\min(w_B, \max(w_0, w_A))}{w_{unit}} \right)^{2.75} \right] \end{array} \right\} \quad \textbf{(5.29)}$$

$$\varphi_3 = \frac{w_{unit}^2}{1.75} \cdot \left[\left(\frac{\max(w_1, w_B)}{w_{unit}} \right)^{1.75} - \left(\frac{\max(w_0, w_B)}{w_{unit}} \right)^{1.75} \right] \quad \textbf{(5.30)}$$

$$\eta^*_{ME,g} = \frac{\alpha_p}{k_p} \cdot \left(a_P - b_P \cdot \frac{w_0 + w_1}{2} \right) + \frac{\alpha_f}{k_f} \cdot a_F \cdot \left(b_F + c_F \cdot \frac{w_0 + w_1}{2} \right) \quad \textbf{(5.31)}$$

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$	functions of w_0, w_1, w_A, and w_B (in kg^2 an^{-2})
w_0, w_1	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_0 < w_1$ (in kg an^{-1} ME)
w_A	reference animal according to GfE (2006, pg. 23) (w_A = 30 kg an^{-1})
w_B	reference animal according to GfE (2006, pg. 23) (w_B = 100 kg an^{-1})
w_{unit}	unit weight (w_{unit} = 1 kg an^{-1})
a_m	constant (a_m = 1.25 MJ MJ^{-1}, see GfE, 2006, pg. 23)
b_m	constant (b_m = 0.25 MJ MJ^{-1}, see GfE, 2006, pg. 23)
$\eta^*_{ME,g}$	effective specific metabolizable energy required for growth, see below (in MJ kg^{-1} ME)
α_p	coeffcient (α_p = 23.8 MJ kg^{-1} ME, see GfE, 2006, pg. 32)
k_p	coeffcient (k_p = 0.56 MJ MJ^{-1}, see GfE, 2006, pg. 33)
a_P	constant (a_P = 0.168 kg kg^{-1}, see above)
b_P	constant (b_P = 2 · 0.0000914 kg^{-1} an, see above)
α_f	coeffcient (α_f = 39.7 MJ kg^{-1} ME, see GfE, 2006, pg. 33)
k_f	coeffcient (k_f = 0.74 MJ MJ^{-1}, see GfE, 2000, pg. 33)
a_F	constant (a_F = 0.94 kg kg^{-1}, see above)
b_F	constant (b_F = 0.1162 kg kg^{-1}, see above)
c_F	constant (c_F = 2 · 0.001389 kg^{-1} an, see above)

5.5.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

The modelling of fattener feeding is based on data obtained by the Federal Statistical Agency during the 2010 inquiry on protein feeding of fattening pigs (see Chapter 3.4.5.1).

This inquiry queried the feed protein contents for the first and the last feeding phase. For possible phases between the first and the last phase no data are available. Hence the new model is based on the concept of a two-phase feeding. Example calculations with feeding data provided by KTBL showed that this two-phase concept can reasonably well approximate three-phase and multi-phase feeding if for the first (second) model phase the feed protein content of the first (last) real phase is used and first and second model phase are equally long. This approach slightly overestimates the actual total of protein intake during a production cycle, because in practice the decrease of the feed protein content is not linear with time (which in fact is assumed by the simple two-phase model concept) but slightly concave, meaning a stronger-than-linear decrease of the feed protein content in the early fattening stages. Hence the model

Die Modellierung der Fütterung von Mastschweinen basiert auf Daten aus der Erhebung des Statistischen Bundesamtes zum Proteineinsatz in der Schweinefütterung 2010 (siehe Kapitel 3.4.5.1).

Da in dieser Erhebung die Proteingehalte des Futters für die erste und die letzte Phase abgefragt wurden, sind für etwaige dazwischenliegende Phasen keine Daten verfügbar. Daher kennt das neue Modellkonzept lediglich zwei Phasen. Beispielrechnungen mit Fütterungsdaten des KTBL haben gezeigt, dass mit diesem 2-Phasen-Konzept auch die 3- und Mehr-Phasen-Fütterung approximiert werden kann, indem für die erste Modell-Phase der Proteingehalt der ersten realen Phase und für die zweite Modell-Phase der Proteingehalt der letzten realen Phase verwendet wird, und die beiden Modellphasen gleich lang sind. Dieses Konzept überschätzt die tatsächliche Gesamt-Proteinaufnahme während der Mastdauer geringfügig, da die Abnahme des Futter-Proteingehalts in der Praxis nicht linear verläuft (wie es das Modellkonzept unterstellt), sondern leicht konkav, d. h. anfangs stärker als linear abnehmend. Durch die

assumption of a linear decrease avoids underestimation of emissions.

In the model the boundary between the two feeding phases is defined by the animal weight $w_{50\%}$ obtained from arithmetically averaging the animals's start weight and final weight. This approach is consistent with the assumption of a constant daily weight gain in the calculation of the cumulative ME requirements, see Chapter 5.5.2.

The frequency of single-phase feeding has decreased in Germany over the years, but single-phase feeding is still existent. Such single-phase feeding can be sumulated by the two-phase model concept described above by simply attributing the same feed protein content to both feeding phases.

The feed properties used in ithe inventory are shown in Table 5.24. The N contents of the feed are derived from the crude protein contents (x_{XP}) by diding by 6.25. Due to lack of more detailed information the data in Table 5.24 are assumed to be constant in space and time. The temporal development since 1990 of the N reduced feeding via phase feeding is governed solely by the increase of the share of animal population fed with two-phase or multi-phase feeding (see below).

lineare Modellannahme sind Emissionsunterschätzungen ausgeschlossen.

Im Modell wird die Grenze zwischen der ersten und der zweiten Phase durch dasjenige Tiergewicht definiert, das dem Anfangsgewicht zuzüglich des halben Gesamtzuwachses entspricht ($w_{50\%}$). Dies ist konsistent mit der Annahme eines mittleren täglichen Gewichtszuwachses in der Berechnung des kumulativen ME-Bedarfs, siehe Kapitel 5.5.2.

Die einphasige Fütterung hat in Deutschland über die Jahre abgenommen, kommt aber immer noch zum Einsatz. Die einphasige Fütterung kann mit dem oben beschriebenen zwei-Phasen-Konzept simuliert werden, indem beiden Modell-Phasen der gleiche Proteingehalt im Futter zugeordnet wird.

Die Kennwerte der im Inventar verwendeten Fütterung sind in Table 5.24 wiedergegeben. Die N-Gehalte werden mithilfe der Divison durch 6,25 aus den Rohprotein-Werten (x_{XP}) berechnet. Die Daten in Table 5.24 werden mangels besserer Kenntnisse als räumlich und zeitlich konstant angesehen. Die zeitliche Entwicklung der N-angepassten Fütterung seit 1990 wird allein durch die Zunahme der N-angepasst gefütterten Populationsanteile (siehe unten) bestimmt.

Table 5.24: Fattening pigs, diets used, related energies, and raw protein contents

(X_{DE}: digestibility of energy; X_{ME}: metabolisablity; η_{ME}: content of metabolisable energy, related to fresh matter; x_{XP}: raw protein content of feed, related to fresh matter; X_{DOM}: digestibility of organic matter; x_{ash}: ash content of feed, related to fresh matter)

model concept of feeding		weight range	major components	X_{DE} [a] in MJ MJ^{-1}	X_{ME} [a] in MJ MJ^{-1}	η_{ME} [a] MJ kg^{-1} ME	x_{XP} [b] in kg kg^{-1}	X_{DOM} [a] in kg kg^{-1}	x_{ash} [a] in kg kg^{-1}
one single phase			wheat, rye, wheat gluten meal, soybean meal, triticale, rapeseed meal	0.8239	0.8013	13.2	0.163	0.85	0.055
two phases	phase A	up to $w_{50\%}$ [c]		0.8307	0.8119	13.4	0.172	0.86	0.053
	phase B	above $w_{50\%}$ [c]		0.8170	0.7907	13.0	0.152	0.84	0.057

[a] Source: (1) Two-phase feeding: Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy and protein/nitrogen contents according to BEYER et al. (2004) and LFL (2004b), (2) one-phase feeding: arithmetic means of the respective data of the two-phase feed.
[b] Mean values on national level, derived from the results of the survey of the Federal Statistical Agency on the use of protein in pig fattening in 2010 (see Chapter 3.4.5.1)
[c] Definition of $w_{50\%}$: Start weight plus half the total growth during fattening

The above mentioned 2010 inquiry on protein feeding of fattening pigs (see Chapter 3.4.5.1) of the Federal Statistical Agency queried the frequencies of the various phase-feeding concepts on federal state level for the year 2010. In consistency to the two-phase-feeding model approach described above, the frequency data obtained with the 2010 inquiry were aggregated to frequencies for single-phase feeding on the one hand and the category "two and more phases" on the other hand. According to these data, 10.1 % of the German fattening pigs were fed single-phasedly, while 89.9 % were fed using two or more phases.

For the years before and after 2010 no data on phase feeding are available. For the years after 2010, the 2010 data are kept in agreement with the Federal Statistical Agency and KTBL. For 1990 it is assumed in

Für 2010 wurde die Verbreitung der verschiedenen Phasenfütterungsvarianten auf Bundeslandebene im Rahmen der oben erwähnten Erhebung des Statistischen Bundesamtes zum Proteineinsatz in der Schweinefütterung 2010 abgefragt. Für das Inventar wurden konsistent zum oben beschriebenen 2-phasigen-Modellkonzept die Ergebnisse der Erhebung zu Häufigkeiten für die einphasige Fütterung einerseits und die Kategorie „zwei und mehr Phasen" andererseits zusammengefasst. 2010 wurden demnach im Bundesdurchschnitt 10,1 % der Mastschweine einphasig gefüttert, während bei 89,9 % die Fütterung in zwei oder mehr Phasen erfolgte.

Für die Jahre vor 2010 und danach liegen keine derartigen Informationen vor. Für die Jahre nach 2010 werden daher in Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt und dem KTBL die Werte von 2010 beibehal-

agreement with KTBL that the Bavarian frequencies provided by LINDERMAYER (2010), Tabelle 1, can plausibly be adopted nationwide (80 % of the fattening pig population fed single-phasedly, 20 % with two-phase feeding). The transition between single-phase feeding and multi-phase feeding in the years 1990 – 2010 on national level is then obtained by linear interpolation.

ten. Für 1990 wird nach Rücksprache mit KTBL die von LINDERMAYER (2010), Tabelle 1, für Bayern angegebene Verteilung (80 % des Mastschweinebestandes mit einphasiger, 20 % mit zweiphasiger Fütterung) für das ganze Bundesgebiet als plausibel übernommen. Der zeitliche Verlauf des Übergangs von der einphasigen zur mehrphasigen Fütterungsweise zwischen 1990 und 2010 wird auf Bundeslandebene linear interpoliert.

The intake of fresh matter during phase A is calculated from the requirements of metabolizable energy and the ME content of phase A feed:

Die in Phase A aufgenommene Futtermasse (Frischmasse) berechnet sich aus dem Bedarf an umsetzbarer Energie und dem ME-Gehalt des Futters in Phase A:

$$m_{\mathrm{F,\,FM,\,A}} = \frac{\Sigma ME_{\mathrm{A}}}{\eta_{\mathrm{ME,A}}} \qquad \textbf{(5.32)}$$

$m_{\mathrm{F,\,FM,\,A}}$	amount of feed intake (fresh matter) in phase A (in kg pl^{-1})
ΣME_{A}	total of ME intake during phase A (in MJ ME)
$\eta_{\mathrm{ME,\,A}}$	ME content of feed in phase A, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME), see Table 5.24

The calculations for phase B and for songle-phase feeding are done by analogy.

The annual mean of the daily intake of gross energy is obtained as follows:

Die Berechnung für Phase B erfolgt analog, ebenso für den Fall einphasiger Fütterung.

Die übers Jahr gemittelte tägliche Gesamtenergie-Aufnahme ergibt sich aus der folgenden Gleichung:

$$GE_{\mathrm{fp}} = \frac{(m_{\mathrm{F,\,FM,\,A}} \cdot \eta_{\mathrm{GE,\,A}} + m_{\mathrm{F,\,FM,\,B}} \cdot \eta_{\mathrm{GE,\,B}}) \cdot n_{\mathrm{round}}}{\alpha} \qquad \textbf{(5.33)}$$

GE_{fp}	mean daily gross energy requirements of a fattening pig (in MJ pl^{-1} d^{-1})
$m_{\mathrm{F,\,FM,\,A}}$	amount of feed intake (fresh matter) in phase A (in kg pl^{-1}), see above
$m_{\mathrm{F,\,FM,\,B}}$	amount of feed intake (fresh matter) in phase B (in kg pl^{-1}), see above
$\eta_{\mathrm{GE,\,A}}$	GE content of feed in phase A, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME), see below
$\eta_{\mathrm{GE,\,B}}$	GE content of feed in phase B, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME), see below
n_{round}	number of animal rounds (in cy = an pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 5.5.1.3

The GE content of phase A feed can be derived from the data provided in Table 5.24 as is described by the subsequent equation which applies to phase B as well.

Der GE-Gehalt des Futters in Phase A lässt sich anhand der Daten in Table 5.24 bestimmen (analog für Phase B):

$$\eta_{\mathrm{GE,\,A}} = \frac{\eta_{\mathrm{ME,\,A}}}{X_{\mathrm{ME,\,A}}} \qquad \textbf{(5.34)}$$

$\eta_{\mathrm{GE,\,A}}$	GE content of feed in phase A, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME)
$\eta_{\mathrm{ME,\,A}}$	ME content of feed in phase A, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME), see Table 5.24
$X_{\mathrm{ME,\,A}}$	metabolizability of feed in phase A (in MJ MJ^{-1})

The GE content of the feed used in single-phase feeding is calculated by analogy.

Der GE-Gehalt des Futters bei einphasiger Fütterung wird analog berechnet.

5.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

CH_4 from enteric fermentation is calculated according to a Tier 2 method (see Chapter 3.3.2) that needs the gross energy intake (see Chapter 5.5.3) and the methane conversion factor $x_{\mathrm{CH4,\,GE}}$ as input.

The source of the national methane conversion rate of 0.0046 MJ MJ^{-1} is DÄMMGEN ET. AL. (2012c). (IPCC(2006) does not provide a methane conversion rate for pigs.)

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 5.5.3) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{\mathrm{CH4,\,GE}}$ berechnet.

Der nationale Methan-Umwandlungsfaktor von 0,0046 MJ MJ^{-1} ist DÄMMGEN ET. AL. (2012c) entnommen. (IPCC(2006) gibt keinen entsprechenden Faktor an.)

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. Normal distribution is assumed.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

5.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

A Tier-2 approach is used to treat CH_4 emissions from manure management of dairy cows (cf. Chapter 3.3.4.1).

VS excretions are calculated according to the method described in DÄMMGEN et al. (2011a) which differs from the method given in IPCC, see Chapter 3.3.3.1.

This modified method requires data on the digestibility of organic matter and the ash content of feed. These quantities are obtained as weighted means from the data sets provided in Table 5.24. In 2010, the national mean digestibility of organic matter is 0.84 kg kg^{-1} while the national mean of the ash content is 0,056 kg kg^{-1} (related to dry matter).

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage system are provided in Table 5.2 (see Chapter 5.2.1).

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Bestimmung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Die dazu notwendigen Daten zur Verdaulichkeit von organischer Substanz und dem Aschegehalt im Futter ergeben sich im gewichteten Mittel aus den Angaben zu den Rationen in Table 5.24. Die mittlere Verdaulichkeit von organischer Substanz liegt im Deutschlandmittel für 2010 bei 0,84 kg kg^{-1}, das nationale Mittel des Aschegehaltes liegt im Jahr 2010 bei 0,056 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse).

Maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren (*MCF*) für die einzelnen Lagerungssysteme sind Table 5.2 in Kapitel 5.2.1 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

5.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

5.5.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation presupposes the knowledge of N excretions, of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen, der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

5.5.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

The amount of N taken in with feeds is calculated for typical diet composition and rations in accordance with performance data. The amount of N retained is subtracted.

Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird für typische Futterzusammensetzungen und -mengen leistungsbezogen berechnet. Hiervon wird die im Körper verbleibende N-Menge abgezogen.

$$m_{\mathrm{excr}} = \frac{\alpha}{\tau_{\mathrm{fp}}} \cdot (m_{\mathrm{F,FM,A}} \cdot x_{\mathrm{N,A}} + m_{\mathrm{F,FM,B}} \cdot x_{\mathrm{N,B}} - \Delta w_{\mathrm{fp}} \cdot x_{\mathrm{N,pig}}) \quad \textbf{(5.35)}$$

m_{excr} amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1})
α time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})

T_{fp}	duration of fattening (in d), see Chapter 5.5.1.3
$m_{F, FM, A}$	amount of feed intake (fresh matter) in phase A within one production cycle (in kg pl^{-1}), see Chapter 5.5.3
$m_{F, FM, B}$	amount of feed intake (fresh matter) in phase B within one production cycle (in kg pl^{-1}), see Chapter 5.5.3
$x_{N, A}$	N content of feed in phase A, related to fresh matter (in kg kg^{-1} N), derived from the XP content given in Table 5.24
$x_{N, B}$	N content of feed in phase B, related to fresh matter (in kg kg^{-1} N), derived from the XP content given in Table 5.24
Δw_{fp}	total weight gain during fattening (in kg an^{-1})
$x_{N, pig}$	nitrogen content of a pig's body ($x_{N, pig}$ = 0.0256 kg kg^{-1} N) (LFL, 2004a)

The calculated N excretions agree with range of N excretions provided by DLG (2005), pg. 40.

The TAN contents calculated vary with the feed composition. More than 70 % of the N excreted is ammoniacal N (TAN), which is somewhat higher than the value of 66 % given by DÖHLER et al. (2002).

Die so berechneten N-Ausscheidungen liegen im Bereich der Angaben in DLG (2005), S. 40.

Die berechneten TAN-Gehalte der Ausscheidungen sind in Abhängigkeit von der Futter-Zusammensetzung variabel. Sie liegen über 70 % und damit höher als der von DÖHLER et al. (2002) angegebene Wert von 66 %.

5.5.7.2 *Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The amounts of N are given in Table 5.25Table 5.17. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 5.25 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Table 5.25: Fattening pigs, N inputs with straw in solid-manure systems

Housing type	Haltungssystem	straw input kg pl^{-1} d^{-1}	dry matter (DM) kg pl^{-1} d^{-1}	N input (in DM) kg pl^{-1} d^{-1}	TAN kg pl^{-1} d^{-1}
plane floor with bedding	planbefestigter Boden mit Einstreu	0.3 [a]	0.26	$1.5 \cdot 10^{-3}$	$0.75 \cdot 10^{-3}$
deep bedding	Tiefstreu	1.0 [b]	0.86	$5.0 \cdot 10^{-3}$	$2.50 \cdot 10^{-3}$

[a] expert judgement EURICH-MENDEN B/KTBL on the basis of housing system MS0007 in KTBL (2006a)
[b] housing system MS0006 in KTBL (2006a)

5.5.7.3 *Frequency distribution of housing systems / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen*

The frequency distributions of the storage and spreading systems types are supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

Die Häufigkeitsverteilungen der Lager- und Ausbringungsverfahren werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

5.5.7.4 *Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall*

The NH_3 emission factors for housing can be found in Chapter 5.2.2.

The mitigation of NH_3 emissions by air scrubbers is taken into account, see Chapter 3.4.5.2.

Die NH_3-Emissionsfaktoren für Ställe finden sich im Kapitel 5.2.2.

Die Minderung von NH_3-Emissionen durch Abluftreinigungsanlagen wird berücksichtigt, s. Kapitel 3.4.5.2.

5.5.7.5 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

The emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 are the same for all pig kategories, see Chapter 5.2.

Die Emissionsfaktoren NH_3, N_2O, NO und N_2 sind für alle Schweinekategorien gleich, siehe Kapitel 5.2.

5.5.7.6 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

5.5.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 5.26 (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

The mitigation of PM emissions by air scrubbers is taken into account in districts with air scrubber-equipped pig husbandry , see Chapter 3.4.5.2.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 5.26 angegeben (EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

Die PM-Emissionen mindernde Wirkung von in manchen Kreisen in der Schweinehaltung vorhandenen Abluftreinigungsanlagen wird berücksichtigt, siehe Kapitel 3.4.5.2.

Table 5.26: Fattening pigs, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.83	0.37	0.07
slurry based	güllebasiert	0.70	0.31	0.06
Source: EMEP(2013)-3B-29, Table 3.11				

5.5.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 5.27: Fattening pigs, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.11	
		CH_4 manure management	EM1005.11	
		NMVOC	EM1007.11	
		NH_3	EM1009.11	
		N_2O	EM1009.41	
		NO	EM1009.71	
		TSP	EM1010.11	
		PM_{10}	EM1010.41	
		$PM_{2.5}$	EM1010.71	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.12	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.11	
		CH_4 manure management	IEF1005.11	
		NMVOC	IEF1007.11	
		NH_3	IEF1009.10	
		N_2O	IEF1009.38	
		NO	IEF1009.66	
		TSP	IEF1010.10	
		PM_{10}	IEF1010.38	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.66	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.64	AI1005PSH.95
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.51	EXCR.55

5.6 Breeding boars / Zuchteber

Breeding boars form an own subcategory in the German census.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 5.28.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Zuchteber sind alle als solche in der Statistik bezeichneten männlichen Schweine.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.28 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 5.28: Boars, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	2	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

5.6.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.6.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4). They can be used without any further transformation.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4) und sind ohne Umrechnung verwendbar.

$$n_{bo} = n_V \tag{5.36}$$

n_{bo} number of boars
n_V animal numbers of type V in the German census (see Table 5.1)

On the national scale, the standard error for the number of animal places of the subcategory “breedings boars” is “about 5 to 10 %” according to German official statistics. Larger standard errors may exist for single federal states. However, as emission reporting is on the national level, the standard error for subcategory “breeding boars” is fixed to 10 %, accordingly the uncertainty as half the 95 % confidence intercvall to 20 %. A normal distribution is assumed.

Auf Deutschlandebene wird der Standardfehler für diejenigen Tiere, die in die Inventarkategorie „Eber“ fallen, mit „5 bis 10 %“ angegeben. In den einzelnen Bundesländern können auch höhere Standardfehler auftreten. Da die Emissionsberichterstattung auf nationaler Ebene erfolgt, wird für „Zuchteber“ ein Standardfehler von 10 % angesetzt, d. h. 20 % für das halbe 95 %-Konfidenzintervall (Normalverteilung).

5.6.1.2 *Animal weight / Tiergewicht*

According to expert judgement (see Haenel et al., 2011a), the mean animal weight is assumed to be 200 kg an^{-1}. The animal weight is not used in the calculation of the energy requirements. It is only used for the calculation of an overall mean pig weight.

Das mittlere Tiergewicht wird nach Expertenurteil (siehe Haenel et al., 2011a) mit 200 kg an^{-1} angesetzt. Das Tiergewicht geht nicht in die Energiebedarfsrechnung, sondern nur in die Berechnung des mittleren Schweinegewichts ein.

5.6.2 Energy requirements / Energiebedarf

For breeding boars, the metabolic energy requirements comprise the requirements for both maintenance and growth. However, as the contribution of boars to the overall emissions from pig husbandry is almost negligible, the inventory simply assumes all boars counted by the official census to be adult boars the weight gain of which is restricted (GfE, 2006, pg. 84).

Due to the boars’ limited importance and the scarcity of data (GfE, 2006, pg. 84) the inventory does not attempt to model energy requirements of boars. While

Für Zuchteber umfasst der Bedarf an umsetzbarer Energie den Bedarf für Erhaltung und Zuwachs. Da der Beitrag der Zuchteber zur Gesamtemission aus der Schweinehaltung nahezu vernachlässigbar ist, wird für das Inventar vereinfachend angenommen, dass alle in der Offizialstatistik erfassten Eber erwachsene Tiere mit begrenzter Gewichtszunahme sind (GfE, 2006, pg. 84).

Aufgrund der begrenzten Bedeutung der Eber und dem Mangel an Daten (GfE, 2006, pg. 84) verzichtet das Inventar darauf, den Energiebedarf zu berechnen. Wäh-

GFE (1987), pg. 68, suggested mean ME requirements of 30 MJ an^{-1} d^{-1}, GFE (2006), pg. 84, recommends a range of 30 to 35 MJ an^{-1} d^{-1}. A rough estimate based on the data provided in GFE (2006), pg. 83, and the use of ME calculation approach for fattening pigs (see Chapter 5.5.2) indicates that the value of 35 MJ an^{-1} d^{-1} better matches a mean boar weight of 200 kg an^{-1} than 30 MJ an^{-1} d^{-1}. Hence the inventory assumes daily ME requirements of 35 MJ an^{-1} d^{-1} leading to cumulative annual ME requirements of 12775 MJ an^{-1} a^{-1}.

rend GFE (1987), S. 68, einen mittleren ME-Bedarf von 30 MJ an^{-1} d^{-1} empfiehlt, wird in GFE (2006), S. 84, ein Bereich von 30 bis 35 MJ an^{-1} d^{-1} angegeben. Eine Überschlagsrechnung mit Hilfe der in GFE (2006), S. 83, angegebenen Daten und der Berechnungsmethode für Mastschweine (siehe Kapitel 5.5.2) zeigt, dass ein Wert von 35 MJ an^{-1} d^{-1} besser zu einem Ebergewicht von 200 kg an^{-1} passt als 30 MJ an^{-1} d^{-1}. Das Inventar geht daher von 35 MJ an^{-1} d^{-1} aus, was zu einem kumulativen ME-Bedarf von 12775 MJ an^{-1} a^{-1} führt.

5.6.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Neither GFE (1987) nor GFE (2006) recommend specific feeds for boars. The inventory uses the feed fed to sows during Phase A. For the feed properties see Chapter 5.3.3, Table 5.12.

The daily intake of feed and gross energy is calculated by analogy to the method described in Chapter 5.3.3. The daily feed intake is 2.7 kg an^{-1} d^{-1}, the daily gross energy intake amounts to GE_{bo} = 44 MJ an^{-1} d^{-1}.

Weder GFE (1987) noch GFE (2006) geben spezielle Ernährungsempfehlungen für Eber an. Das Inventar geht von der Futterzusammensetzung für Sauen in der Phase A aus (siehe Kapitel 5.3.3, Table 5.12).

Die tägliche Futtermenge sowie die damit aufgenommene tägliche Gesamtenergie GE_{bo} wird sinngemäß wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben berechnet. Die tägliche Futteraufnahme liegt bei 2,7 kg an^{-1} d^{-1}, die tägliche GE-Aufnahme GE_{bo} bei 44 MJ an^{-1} d^{-1}.

5.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of CH_4 emissions from enteric fermentation the Tier 2 method described in Chapter 3.3.2 is used. This methods needs the gross energy intake (see Chapter 5.6.3) and the methane conversion factor $x_{CH4, GE}$ as input.

The source of the national methane conversion rate of 0.0071 MJ MJ^{-1} is DÄMMGEN ET. AL. (2012C). (IPCC(2006) does not provide a methane conversion rate for pigs.)

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard error. Normal distribution is assumed.

Die CH_4-Emission aus der Verdauung wird mit dem in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Stufe-2-Verfahren aus der Gesamtenergie-Aufnahme (siehe Kapitel 5.6.3) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors $x_{CH4, GE}$ berechnet.

Der nationale Methan-Umwandlungsfaktor von 0,0071 MJ MJ^{-1} ist DÄMMGEN ET. AL. (2012C) entnommen. (Ein entsprechender Faktor wird in IPCC(2006) nicht bereitgestellt.)

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

5.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

A Tier-2 approach is used to treat CH_4 emissions from manure management of dairy cows (cf. Chapter 3.3.4.1).

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

Maximum methane producing capacity B_o and conversion factors (*MCF*) for the respective manure storage systems are provided in Table 5.2 (see Chapter 5.2.1).

For the necessary information on the digestability of organic matter and the ash contents of the diet are obtained see Chapter 5.6.3; Therefore the national mean digestibility of organic matter is 0.81 kg kg^{-1}, the national mean ash content (related to dry matter) amounts to 0.056 kg kg^{-1}.

The frequency distribution of storage types is supplied by RAUMIS or derived from official census data (see Chapter 3.4.3).

Zur Bestimmung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1).

Zu maximaler Methan-Freisetzungskapazität B_o und Methan-Umwandlungsfaktoren (*MCF*) für die einzelnen Lagerungssysteme siehe Table 5.2 in Kapitel 5.2.1.

Zu den dazu notwendigen Daten zur Verdaulichkeit von organischer Substanz und dem Aschegehalt im Futter siehe Kapitel 5.6.3; bundesweit werden danach die Verdaulichkeit mit 0,81 kg kg^{-1} und der Aschegehalt mit 0,056 kg kg^{-1} (bezogen auf die Futtertrockenmasse) angesetzt.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagerverfahren wird durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus offiziellen Erhebungen abgeleitet, siehe Kapitel 3.4.3.

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier 2 approaches to be about 20 %. The data base for boars is less detailed than for other pigs. However, due to the small animal numbers, the overall uncertainty is not affected. German data do not exist yet.

The inventory assumes an uncertainty of 20 % interpeted as standard error. A normal distribution is assumed.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit eines Stufe-2-Verfahrens auf 20 %. Die Datenbasis für Eber ist schlechter als die für die anderen Schweine; die Unsicherheiten sind insgesamt jedoch wegen der geringen Tierzahlen unbedeutend.

Das Inventar geht von einer Unsicherheit von 20 % aus und interprtiert diese als Standardfehler. Es wird eine normalverteilung angenommen.

5.6.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

5.6.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

5.6.7.1 *N excretion / N-Ausscheidung*

The N excretion calculation is based on the ME requirements (see Chapter 5.6.2) and the ME and N contents of the feed (see Chapter 5.6.3). No N retention is considered. The N excretion calculation yields N excretions of 27.8 kg pl^{-1} a^{-1} N. TAN is calculated as well and amounts to ca. 83 %.

Die Berechnung der N-Ausscheidung beruht auf dem ME-Bedarf (siehe Kapitel 5.6.2) sowie dem ME-und dem N-Gehalt des Futters (siehe Kapitel 5.6.3). Eine N-Retention wird nicht berücksichtigt. Es ergibt sich eine N-Ausscheidung von 27,8 kg pl^{-1} a^{-1} N. Der TAN-Gehalt wird ebenfalls berechnet und beläuft sich auf ca. 83 %.

5.6.7.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

The amount of straw fresh matter is 0.5 kg pl^{-1} d^{-1} or $2.5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} N ($1.25 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} TAN, respectively).

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Die Einstreumenge ist 0,5 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse bzw. $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} N und $1{,}25 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} d^{-1} TAN.

5.6.7.3 *Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen*

For boars, the distributions of housing and manure management systems of sows are adopted.

Für Eber werden die gleichen Haltungsverfahren wie für Sauen angenommen.

5.6.7.4 *Emissions from housing / Emissionen aus dem Stall*

The NH_3 emission factors for housing can be found in Chapter 5.2.2.

The mitigation of NH_3 emissions by air scrubbers is taken into account, see Chapter 3.4.5.2.

Die NH_3-Emissionsfaktoren für Ställe finden sich im Kapitel 5.2.2.

Die Minderung von NH_3-Emissionen durch Abluftreinigungsanlagen wird berücksichtigt, s. Kapitel 3.4.5.2.

5.6.7.5 *Emissions from storage and spreading / Emissionen aus Lager und Ausbringung*

The emission factors for NH_3, N_2O, NO and N_2 are the same for all pig kategories, see Chapter 5.2.

Die Emissionsfaktoren NH_3, N_2O, NO und N_2 sind für alle Schweinekategorien gleich, siehe Kapitel 5.2.

5.6.7.6 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

5.6.8 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

For boars, no specific emission factors have been reported. As it is assumed that boars and sows are housed in similar houses, the emission factors for sows are used instead (see Chapter 5.3.8).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Information on the frequency distribution of the various housing systems and the duration of grazing is obtained from RAUMIS and the respective data supplied by the official statistics (see Chapter 3.4.3).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Eigene Emissionsfaktoren für Eber existieren nicht. Wegen der angenommenen Vergleichbarkeit der Haltungsverfahren werden die Emissionsfaktoren für Sauen übernommen (siehe Kapitel 5.3.8).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Angaben zur Verteilung der verschiedenen Stallformen und zur Dauer der Weidehaltung werden durch RAUMIS bereitgestellt bzw. aus der Agrarstatistik entnommen (siehe Kapitel 3.4.3).

5.6.9 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 5.29: Boars, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.12	
		CH_4 manure management	EM1005.12	
		NMVOC	EM1007.12	
		NH_3	EM1009.12	
		N_2O	EM1009.42	
		NO	EM1009.72	
		TSP	EM1010.12	
		PM_{10}	EM1010.42	
		$PM_{2.5}$	EM1010.72	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.13	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.12	
		CH_4 manure management	IEF1005.12	
		NMVOC	IEF1007.12	
		NH_3	IEF1009.11	
		N_2O	IEF1009.39	
		NO	IEF1009.67	
		TSP	IEF1010.11	
		PM_{10}	IEF1010.39	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.67	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.96	AI1005PSH.124
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.56	EXCR.60

5.7 Pigs – collective description / Schweine – zusammenfassende Daten

Emissions have to be reported for pigs as a single category.

In the German inventory, the aggregation of emissions and emission explaining data has to take into account that suckling-pigs do not represent a separate animal subcategory, but are integrated into the calculations for sows (cf. Chapters 5.1 and 5.3).

Hence, with exception of mean animal weight and pregnany, the data aggregation is to be based on the data of the four separate animal subcategories sows, weaners, fattening pigs and boars.

Total emissions as well as amounts of bedding material are calculated by addition. The aggregation of emission explaining data is describend in Chapter 5.7.2

It is combined with the definition of an inventory-specific total number of pigs, which deviates from the total number of pigs reported by the German census, see Chapter 5.7.1.

Schweine sind zusammengefasst als eine Kategorie zu berichten.

Die Aggregierung von Emissionen und emissionserklärenden Daten im deutschen Inventar muss berücksichtigen, dass die Saugferkel nicht als separate Kategorie geführt werden, sondern bei den Sauen mitgerechnet werden (siehe dazu Kapitel 5.1 und 5.3).

Daher ist, mit Ausnahme des mittleren Tiergewichtes und der Trächtigkeit, die Aggregierung allein auf die Daten der vier Berichtskategorien Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber zu stützen.

Gesamtemissionen und Einstreumengen werden dabei durch jeweilige Addition berechnet. Auf die Aggregierung von emissionserklärenden Daten geht Kapitel 5.7.2 ein.

Damit verbunden ist eine Definition der im Inventar zu berichtenden Schweinegesamtzahl, die von der offiziellen Schweinegesamtzahl abweicht, siehe Kapitel 5.7.1.

5.7.1 Animal numbers /Tierzahlen

The total number of all pigs reported from the German census is given by:

Die Summe aller Schweine aus der amtlichen Statistik ist wie folgt gegeben:

$$n_{\text{pigs, official}} = n_{\text{M}} + n_{\text{N}} + n_{\text{O}} + n_{\text{P}} + n_{\text{Q}} + n_{\text{R}} + n_{\text{S}} + n_{\text{T}} + n_{\text{U}} + n_{\text{V}} \tag{5.37}$$

n_{M} etc. number of animals in census subcategory M, etc. (see Table 5.1)

In the German inventory, part of the piglets counted in the official category M is not represented explicitly, but is integrated into the calculations for sows. Hence, the total number of pigs in the German inventory is lower than the total number counted in the German census:

Da im deutschen Inventar ein Teil der in der offiziellen Kategorie M gezählten Ferkel als Saugferkel in der Inventarkategorie Sauen berücksichtigt werden, ist die im Inventar verwendete Gesamtzahl aller Schweine kleiner als die Gesamtzahl nach der amtlichen Tierzählung:

$$n_{\text{pigs, inventory}} \begin{Bmatrix} = (n_{\text{M}} - n_{\text{sp}}) + n_{\text{N}} + n_{\text{O}} + n_{\text{P}} + n_{\text{Q}} + n_{\text{R}} + n_{\text{S}} + n_{\text{T}} + n_{\text{U}} + n_{\text{V}} \\ = n_{\text{so}} + n_{\text{we}} + n_{\text{fp}} + n_{\text{bo}} \end{Bmatrix} \tag{5.38}$$

n_{M} etc. number of animals in census subcategory M, etc. (see Table 5.1)
n_{sp} annually averaged population of suckling-pigs (in piglet), see Chapter 5.3.2
n_{so} number of sows used in this inventory, see Chapter 5.3.1
n_{we} number of weaners used in this inventory, see Chapter 5.4.1
n_{fp} number of fattening pigs used in this inventory, see Chapter 5.5.1
n_{bo} number of boars used in this inventory, see Chapter 5.6.1

For the uncertainties of the animal numbers see the respective animal subchapters.

Zur Unsicherheiten der Tierzahlen wird auf die Angaben in den Tier-Unterkapiteln verwiesen.

5.7.2 Aggregation of IEF and animal characteristics / Aggregierung von IEF und Tiercharakteristika

For the aggregation of the animal category “pigs” the mean values of the following quantities are calculated:

- emission factors (IEF)
- animal weight
- intake of feed dry matter (DM)
- intake of gross energy (GE)
- VS ecretions
- N excretions

Für die Aggregierung der Kategorie „Schweine“ wird jeweils der Mittelwert der folgenden Größen berechnet:

- Emissionsfaktoren (IEF)
- Tiergewicht
- Aufnahme von Futter-Trockenmasse (DM)
- Aufnahme von Futter-Gesamtenergie (GE)
- VS-Ausscheidung
- N-Ausscheidung

- relative content of TAN in N excretions
- Methane conversion factor, enteric fermentation ($x_{CH4, GE}$)
- digestibility of organic matter (X_{DOM})
- digestibility of energy (X_{DE})
- ash conten of feed (x_{ash})
- shares of manure management systems
- methane conversion factor, manure management (*MCF*)
- pregnancy

The calculation follows the principles described for "other cattle" in Chapter 4.9.2. Note, however, that suckling-pigs are considered expilicitly only in case of the mean pig weight. For all other quantities it is taken into account that suckling-pigs are implicitly included in the system "sow with suckling-pigs".

The calculation of the mean weight of pigs is based on the animal numbers (= numbers of animal places) as derived for the inventory calculations from officially counted animal numbers (see the respective pig chapters). For the mean population of suckling pigs n_{sp} see Chapter 5.3.2; this population is the difference between the total number of pigs and the sum of the subcategories "sows", "weaners", "fattening pigs" and "boars" that are provided in the official statistics.

The following weights are considered for the weighted averaging:

- sow, boar: the respective mean weights used for the calculation of the inventory (see Chapters 5.3.1.2 and 5.6.1.2)
- suckling-pigs, weaners and fattening pigs: the respective arithmetic mean derived from start an final weights (see Chapters 5.3.1.2, 5.4.1.2 and 5.5.1.2).

As to pregnancy, Germany reports the mean share of pregnant sows which is obtained from the German census. This data was provided for emission reporting on an informative basis. However, it was not used for reporting.

- Relativer TAN-Gehalt der N-Ausscheidung
- Methan-Umwandlungsfaktor, Verdauung ($x_{CH4, GE}$)
- Verdaulichkeit organischer Substanz (X_{DOM})
- Verdaulichkeit von Energie (X_{DE})
- Aschegehalt des Futters (x_{ash})
- relative Wirtschaftsdüngersysteme-Anteile
- Methan-Umwandlungsfaktor, Wirtschaftsdünger-Management (*MCF*)
- Trächtigkeit

Die Berechnung erfolgt sinngemäß wie in Kapitel 4.9.2 für „übrige Rinder" beschriebenbeschrieben. Allerdings ist zu beachten, dass mit Ausnahme des Tiergewichtes die Saugferkel nicht explizit berücksichtig werden, da sie hinsichtlich Futteraufnahme und Emissionen Bestandteil des Systems „Sau mit Saugferkeln" sind.

Für die Berechnung des mittleren Schweinegewichts werden die Tierzahlen (= Tierplatzzahlen) zugrunde gelegt, wie sie in den entsprechenden Tierkapiteln für die Inventarberechnungen aus den offiziellen Tierzahlen abgeleitet wurden. Zur mittleren Population der Saugferkel n_{sp} siehe Kapitel 5.3.2; sie entspricht der Differenz zwischen der offiziellen Schweine-Gesamtzahl des Statistischen Bundesamtes und der Tierzahlsumme der im Inventar verwendeten Kategorien „Sauen", „Aufzuchtferkel", „Mastschweine" und „Eber".

Die in die gewichtete Mittelung der Tiergewichte eingehenden Gewichte werden wie folgt angesetzt:

- Sau, Eber: jeweils das für die Inventarberechnung verwendete mittlere Tiergewicht (siehe Kapitel 5.3.1.2 und 5.6.1.2).
- Saugferkel, Aufzuchtferkel und Mastschwein: das arithmetische Mittel aus Anfangs- und Endgewicht (siehe Kapitel 5.3.1.2, 5.4.1.2 und 5.5.1.2).

Im Hinblick auf die Trächtigkeit berichtet Deutschland den mittleren Anteil trächtiger Sauen. Diese Angabe wurde der deutschen Tierzählungsstatistik entnommen. Diese Daten werden informationshalber für die Berichterstattung bereitgestellt, sie gehen aber nicht in die Emissionsberechnung ein.

5.7.3 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten

In Table 5.30 a comparison is made of implied emission factors (*IEF*) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions and German data.

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports.

The German national mean pig weight is comparable to that of Belgium. It is lower than the IPCC default value

Table 5.30 vergleicht deutsche aggregierte Emissionsfaktoren (*IEF*) und emissionserklärende Variablen mit den entsprechenden Daten benachbarter bzw. landwirtschaftlich vergleichbarer Länder.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung 2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen.

Das mittlere Schweinegewicht in Deutschland ist mit dem von Belgien vergleichbar und damit niedriger als

that is used only by Austria and Poland. Denmark reports a considerable higher mean pig weight than Germany.

Concerning the methane emissions from enteric fermentation it is conspicuous that some countries use the IPCC (1996, 2006) default value (1.50 kg place-1 year-1 CH4). This value is distinctly higher than the values of the other countries explicitly calculating the CH4 emissions from enteric fermentation. Presumably the IPCC (1996, 2006) default value is not applicable to adequately describe the situation of Central Europe. France reports the lowest CH4 emissions from enteric fermentation (CH4, ent). The values of Switzerland, Denmark and Germany are quite similar. However, Denmark reports a high GE intake. That leads to the conclusion that Denmark uses a comparatively low methane conversion factor for enteric fermentation of pigs. In contrast Switzerland applies a similar conversion factor to Germany. Therefore the results of Switzerland and Germany can nearly be converted directly into one another.

Regarding the CH4 emissions from manure management (CH4, MM) the German value falls into the lower part of the range of the other countries. It must be noted that those countries that calculate VS excretions (such as Germany) obtain excretion levels that are below the IPCC default values. Such low-tending excretion figures correlate with the methane emissions from manure management.

der IPCC-Defaultwert, der von Österreich und Polen verwendet wird. Dänemark berichtet ein erheblich höheres Mittelgewicht.

Bzgl. der Methanemission aus der Verdauung fällt auf, dass einige Länder mit dem Default-IEF von IPCC (1996, 2006) rechnen (1,50 kg Platz-1 a-1 CH4), der merklich höher ist als die Werte, die von denjenigen Ländern angegeben werden, die den IEF explizit berechnen. Vermutlich ist der Default-IEF von IPCC (1996, 2006) nicht geeignet, die mitteleuropäische Situation für Schweine adäquat zu beschreiben. Die niedrigsten CH4-Emissionen aus der Verdauung (CH4, ent) werden von Frankreich berichtet. Die Werte von Deutschland, der Schweiz und Dänemark sind sehr ähnlich. Allerdings lässt die hohe dänische GE-Aufnahme darauf schließen, dass ein niedriger Methan-Umwandlungsfaktor für die Verdauung bei Schweinen verwendet wird. Die Schweiz rechnet dagegen mit einem dem deutschen sehr ähnlichen Umwandlungsfaktor, so dass die deutschen und schweizerischen Resultate nahezu ineinander umgerechnet werden können.

Die deutschen CH4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (CH4, MM) liegen im unteren Wertebereich. Diejenigen Länder, die die VS-Ausscheidungen berechnen (z. B. Deutschland) erhalten Ausscheidungswerte, die unter den IPCC-Defaultwerten liegen. Diese niedrigeren Ausscheidungswerte korrelieren mit der Höhe der Methanemissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Table 5.30: Pigs, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM)

	mean animal weight	GE intake	VS excretion	N excretion	*IEF*				
					$CH_{4, ent}$	$CH_{4, MM}$	NH_3	N_2O	NO
	kg an^{-1}	kg pl^{-1} d^{-1}	kg pl^{-1} d^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}
Austria	82.00	38.00	0.27	9.48	1.50	1.17	3.6		
Belgium	64.12	NE	0.35	9.90	1.50	7.73	3.3		
Czech Republic	NA	NA	NA	20.00	1.50	3.00	3.0		
Denmark	107.00	40.55	0.20	8.01	1.10	2.30	1.9		
France	NA	NA	0.32	6.95	0.79	12.85	3.5		
Germany	**63.72**	**34.28**	**0.30**	**12.90**	**1.12**	**4.10**	**5.2**	**0.08**	**0.011**
Netherlands	NE	NE	0.16	8.58	1.50	2.95	1.7		
Poland	82.00	NA	0.50	13.56	1.50	5.63	6.6		
Switzerland	NA	26.92	0.50	9.15	1.06	5.48	4.9		
United Kingdom	NE	NE	0.50	10.41	1.50	19.02	3.9		
IPCC (1996)-3-4.10, 4.13, 4.46, 4.99, Western Europe, cool region	82.00	38.00	0.50	20.00	1.50	3.00			
IPCC (2000)-4.45				mature: 20 0-1 years: 10					
IPCC (2006)-10.15, 10.21, 10.28, 10.59, 10.80, 10.81, Western Europe, cool region		Equations 10.3-10.16	0.30 / 0.46	9.31 / 30.35 [a]	1.50	6 to 10			
EMEP (2009)-4.B-26, 62, 63 and EMEP (2013)-3B-14, 15, 27				12.1/ 34.5			6.5 to 18.2		0.001 to 0.132

Sources: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC 2014, CRF Tables 4.A, 4B; CEIP (2014) NFR
[a] calculated according to IPCC (2006) using the IPCC default animal weight

In comparison to the other nations Germany's N ex-

Die für Deutschland berichtete N-Ausscheidung pro

cretion rate per animal place and year turns out to be in the middle range. Nevertheless only the Polish and Czech values exceed the German one. The Czech Republic seems to have chosen the far too high IPCC (1996) default N excretion that, however, does not result in a accordingly high NH_3 emission per animal place and year. Concerning the NH_3 emissions, the German value turns out to be in the middle range. Denmark and the Netherlands report low NH_3 emissions compared to the N excretions. This may be attributed to a efficient N management in pig production. France, on the opposite, reports relatively low N excretions but high NH_3 emissions.

The German emission factors for PM_{10} and TSP are similar to the mean values of all countries (0.294 and 0.654 kg pl^{-1} a^{-1}, respectively), see Table 5.31. However, the German emission factor for $PM_{2.5}$ is significantly higher than the mean value of 0.038 kg pl^{-1} a^{-1}. For all three PM categories the German emission factors are mostly governed by fattening pigs.

Tierplatz und Jahr liegt im mittleren Bereich der Werte der Nachbarländer. Dennoch liegen nur der polnische und der tschechische Wert höher, wobei Tschechien den offenbar deutlich zu hohen IPCC (1996)-Defaultwert verwendet, der sich aber nicht in einer entsprechend hohen tierplatzbezogenen NH_3-Emission widerspiegelt. Die deutschen NH_3-Emissionen liegen ebenfalls im Mittelfeld. Die im Vergleich zu den N-Ausscheidungen relativ geringen NH_3-Emissionen in der dänischen und niederländischen Schweinehaltung deuten auf ein besonders effizientes N-Management hin. Frankreich weist dagegen bei einer niedrigen N-Ausscheidung eine hohe NH_3-Emission auf.

Die deutschen Emissionsfaktoren für PM_{10} und TSP (siehe Table 5.31) entsprechen in etwa dem Mittelwert aller Länder (0,294 bzw. 0,654 kg pl^{-1} a^{-1}). Dagegen liegt der deutsche Emissionsfaktor für $PM_{2.5}$ deutlich höher als der Durchschnittswert von 0,038 kg pl^{-1} a^{-1}. Bei allen drei Partikelfraktionen sind die deutschen Emissionsfaktoren überwiegend durch die Schweinemast bestimmt.

Table 5.31: Pigs, 2012, intercomparison of PM implied emission factors

	IEF_{PM10} kg pl^{-1} a^{-1} PM_{10}	$IEF_{PM2.5}$, kg pl^{-1} a^{-1} $PM_{2.5}$	IEF_{TSP} kg pl^{-1} a^{-1} TSP
Austria	IE	IE	IE
Belgium	0.14	0.023	0.33
Czech Republic	0.18	0.004	0.39
Denmark	0.25	0.048	0.56
France	0.30	0.049	0.67
Germany	**0.30**	**0.057**	**0.66**
Netherlands	0.10	0.005	0.10
Poland	0.39	0.009	0.87
Switzerland	0.73	0.084	0.55
United Kingdom	0.26	0.060	1.76
EMEP (2009)-4.B-62, 63 (fattening pigs / sows)	0.5 / 0.58	0.08 / 0.09	
EMEP (2013)-3B-17 (fattening pigs / sows / weaners)	0.34 / 0.69 / 0.10	0.06 / 0.12 / 0.02	0.75 / 1.53 / 0.21

Source: Germany: submission 2015; all other countries: CEIP (2014), NFR, calculated from original data supplied

5.7.4 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 5.32: Pigs, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.13	
		CH_4 manure management	EM1005.13	
		NMVOC	EM1007.13	
		NH_3	EM1009.13	
		N_2O	EM1009.43	
		NO	EM1009.73	
		TSP	EM1010.13	
		PM_{10}	EM1010.43	
		$PM_{2.5}$	EM1010.73	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.14	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.13	
		CH_4 manure management	IEF1005.13	
		NMVOC	IEF1007.13	
		NH_3	IEF1009.12	
		N_2O	IEF1009.40	
		NO	IEF1009.68	
		TSP	IEF1010.12	
		PM_{10}	IEF1010.40	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.68	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.125	AI1005PSH.156
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.61	EXCR.65

6 Small ruminants / Kleine Wiederkäuer

6.1 Small ruminants, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei kleinen Wiederkäuern

The term “small ruminants” comprehends sheep and goats. The inventory reports about both species separately. However, calculation procedures are similar.

Die Gruppe der kleinen Wiederkäuern umfasst Schafe und Ziegen. Im Inventar wird über beide Arten getrennt berichtet; die Rechenverfahren sind ähnlich.

6.2 Sheep – all subcategories / Schafe insgesamt

The inventory goes along with the recommendation of IPCC(2006)-10.8 to form subcategories, wherever possible and useful. Thus, sheep are subdivided into the categories “lambs” and “adult sheep”, which reflects different excretion rates.

Das Inventar folgt der Empfehlung, Subkategorien einzuführen, wenn dies möglich und dienlich ist (IPCC(2006)-10.8). Für Schafe ist wegen der unterschiedlichen Höhe der Ausscheidungen eine Unterteilung in die Kategorien „erwachsene Schafe“ und „Lämmer“ sinnvoll.

6.2.1 Animal numbers and husbandry details / Tierzahlen und Haltungsdetails

6.2.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

For sheep and separately for lambs and ewes the Federal Statistical Agency provided animal numbers for June in the years 1990 to 1998. From 1999 until 2009 the sheep numbers counted and published by the Federal Statistical Agency for May are used for the emission calculations (STATBA FS3 R4.1). For 2010 the sheep numbers published by the Federal Statistical Office were counted at the reference date 1 March, for the subsequent years at the reference date 3 November. At these reference dates the numbers of lambes are much smaller in comparison to the ewes numbers than at the reference dates in May or June. Hence, the lamb numbers have been corrected for the use in the inventory (see Chapter 6.2.1.1).

The correction method is based on the fact that for the years between 1990 and 2009 the ratios of animal numbers, i. e. lambs/sheep and ewes/sheep, were almost constant with time. Averaged over the years, the national means of the lambs/sheep and ewes/sheep ratios are 37.2 % and 59.6 %, respectively. These ratios are assumed to be constant as of 2010; they are used to calculate corrected numbers of lambs from the known numbers of ewes. The correction procedure is applied separately to each federal state (using the national means of the respective ratios).

Für Schafe insgesamt sowie separat für Lämmer und Mutterschafe stellte das Statistische Bundesamt für die Jahre vor 1999 Juni-Zahlen auf Länderebene bereit. Von 1999 bis 2009 wurden die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Schafzahlen mit dem Erhebungstermin Mai verwendet (STATBA FS3 R4.1). Für 2010 beruhen die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Schafzahlen auf dem Erhebungstermin 1. März und in den folgenden Jahren auf dem Erhebungstermin 3. November. Zu diesen Terminen werden im Vergleich zu den Mutterschafen deutlich weniger Lämmer gezählt als zu den Mai- bzw. Juni-Terminen. Daher werden die im Invenar verwendeten Schafzahlen ab 2010 korrigiert (siehe Kapitel 6.2.1.1).

Die Korrektur beruht darauf, dass zwischen 1990 und 2009 sowohl das Lamm/Schaf-Tierzahlenverhältnis als auch das Mutterschaf/Schaf-Tierzahlenverhältnis nur geringfügig schwanken. Im Mittel betrug auf nationaler Ebene das Lamm/Schaf-Verhältnis 37,2 % und das Mutterschaf/Schaf-Verhältnis 59,6 %. Diese Verhältnisse wurden ab 2010 als konstant angenommen und dazu verwendet, korrigierter Tierzahlen aus der Zahl der erfassten Mutterschafe zu berechnet. Die Korrektur wird für jedes Bundesland mit den genannten mittleren Verhältniszahlen durchgeführt:

$$n_{\mathrm{sh}} = n_{\mathrm{ew}} / x_{\mathrm{ew/sh}} \quad \textbf{(6.1)}$$

$$n_{\mathrm{la}} = n_{\mathrm{sh}} \cdot x_{\mathrm{la/sh}} \quad \textbf{(6.2)}$$

$$n_{\mathrm{as}} = n_{\mathrm{sh}} - n_{\mathrm{la}} \quad \textbf{(6.3)}$$

n_{sh}	total number of sheep considered in the years from 2010 onwards
n_{ew}	number of ewes in the German census in the years from 2010 onwards
$x_{\mathrm{ew/sh}}$	ratio of ewes numbers to total sheep numbers (0,596 an an^{-1})
n_{la}	number of lambs in the years from 2010 onwards
$x_{\mathrm{la/sh}}$	ratio of lambs numbers to total sheep numbers (0,372 an an^{-1})
n_{as}	total number of adult sheep in the years from 2010 onwards

According to German official statistics, for some federal states the standard error of the sheep numbers is in the range up to 2 %, for other federal states up to 5 %. It is assumed that the correction of animal numbers does not enhance the error. Hence, the inventory generally assumes a standard error of 5 %. Accordingly, half the 95 % confidenz interval amounts to 10 %. A normal distribution is assumed.

Für einige Bundesländer wird der Standardfehler der Schafzahlen durch das Statistische Bundesamt mit „bis unter 2 %“ beziffert, für andere Bundesländer mit „bis unter 5 %“. Das Inventar nimmt einheitlich einen Standardfehler von 5 % an. Es wird angenommen, dass sich der Fehler durch die Korrektur der Tierzahlen nicht vergrößert. Dementsprechend wird das halbe 95 %-Konfidenzintervall mit 10 % angesetzt. Es wird Normalverteilung der Unsicherheit angenommen.

6.2.1.2 *Husbandry details / Haltungsdetails*

Only straw based housing occurs. Grazing data (share of animals grazed, annual duration of the grazing period and daily grazing hours) are derived from the official data for 2010 (see Chapter 3.4.3.2.4).

Die Haltung im Stall erfolgt nur ausschließlich auf Stroh. Die Daten zum Weidegang (Anteil der Tiere mit Weidegang, jährliche Weideperiode und tägliche Weidezeiten) wurden aus offiziellen Daten (siehe Kapitel 3.4.3.2.4) für 2010 abgeleitet.

6.2.2 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The assessment is carried out separately for lambs and adult sheep (see Chapters 6.4 and 6.3). The emission factors, however, are the same for both categories:

Housing and storage: The NH_3 emission factors are 0.22 kg kg^{-1} (housing) and 0.28 kg kg^{-1} (storage), related to TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7). The N_2O-N emission factor for housing and storage is 0.013 kg kg^{-1} (VANDRÉ et al., 2012). According to Chapter 3.3.4.3.5, the emission factors for NO-N and N_2 are calculated as 0.0013 and 0.039 kg kg^{-1}, respectively. The emission factors for N_2O-N, NO-N and N_2 are applied to the sum of nitrogen excreted and N input with bedding material.

Spreading: The NH_3 emission factor is 0.9 kg kg^{-1}, related to TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

Grazing: The NH_3 emission factor for grazing is 0.09 kg kg^{-1}, related to TAN excreted (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7). (For N_2O and NO emissions from animal excreta dropped during grazing see Chapter 11.5.)

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Die Berechnungen erfolgen für Lämmer und erwachsene Schafe getrennt (siehe Kapitel 6.4 und 6.3). Die Emissionsfaktoren sind dagegen einheitlich:

Stall und Lager: Die NH_3-Emissionsfaktoren betragen 0,22 kg kg^{-1} (Stall) bzw. 0,28 kg kg^{-1} (Lager), bezogen auf TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7). Der N_2O-N Emissionsfaktor für Stall und Lager beträgt 0,013 kg kg^{-1} (VANDRÉ et al., 2012). Nach Kapitel 3.3.4.3.5 berechnen sich die Emissionsfaktoren für NO-N und N_2 zu 0,0013 bzw. 0,039 kg kg^{-1}. Die Emissionsfaktoren für N_2O-N, NO-N und N_2 werden mit der Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem N multipliziert.

Ausbringung: Der NH_3-Emissionsfaktor beträgt 0,9 kg kg^{-1} bezogen auf TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

Weide: Der NH_3-Emissionsfaktor beträgt 0,09 kg kg^{-1} bezogen auf TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7). (Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden nach Kapitel 11.5 berechnet.)

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

The uncertainties of the NH_3 emission factor for grazing and for the related activity (N excretion during grazing) see Chapter 4.3.8.9.

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH_3, N_2O, NO, and N_2 from manure management are described in Chapters 14.4 to 14.5.

Zur Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors für Weidegang sowie des entsprechenden Aktivitätswertes (N-Ausscheidung auf der Weide) siehe Kapitel 4.3.8.9.

Die Unsicherheiten der aggregierten Emissionsfaktoren (IEF) für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 14.4 bis 14.5 beschrieben.

6.3 Adult sheep / Erwachsene Schafe

The inventory category of adult sheep comprises all sheep older than one year.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 6.1.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Im Inventar gelten alle gelten alle Schafe ab einem Alter von einem Jahr als erwachsene Schafe.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.1 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 6.1: Adult sheep, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	1	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

6.3.1 Animal numbers and production details / Tierzahlen und Produktionsdetails

For animal numbers see Chapter 6.2.1.1.

Due to the simple methodology used, sheep weights are not needed for emission calculations. However, the CRF tables require a mean sheep weight to be reported. This issue will be addressed in Chapter 6.5.1.

For general data related to housing and grazing of sheep see Chapters 6.2.1.2 and 3.4.3.2.4.

Zu den Tierzahlen siehe Kapitel 6.2.1.1.

Schafgewichte werden wegen der verwendeten einfachen Emissionsberechnungsmethodik nicht benötigt. Die CRF-Tabellen erfordern allerdings die Angabe eines mittleren Schafgewichtes. Hierauf geht Kapitel 6.5.1 ein.

Für allgemeine Daten zur Stall- und Weidehaltung von Schafen siehe Kapitel 6.2.1.2 und 3.4.3.2.4.

6.3.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

Methane emissions from enteric fermentation are calculated according to the Tier 1 approach (Chapter 3.3.2). It is assumed that the default emission factor given in IPCC(2006)-10.28 is representative for adult sheep: 8 kg an^{-1} a^{-1} CH_4.

According to IPCC(2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than ± 30 % and may be uncertain to ± 50 %.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die Methanemissionen aus der Verdauung werden nach dem Stufe-1-Verfahren (siehe Kapitel 3.3.2) berechnet. Es wird angenommen, dass der in IPCC(2006)-10.28 angegebene default-Emissionsfaktor repräsentativ für erwachsene Schafe ist: 8 kg an^{-1} a^{-1} CH_4.

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardfehler) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

6.3.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

The calculation procedure is based on default VS excretions. It is assumed that the value given in IPCC(2006)-10.82 is representative for adult sheep: 0.4 kg pl^{-1} d^{-1} VS.

Methane producing capacity B_o and the Methane conversion factors *MCF* for the relevant storage systems are listed in Table 6.6.

Zur Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren verwendet, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Das Rechenverfahren verwendet dazu default-VS-Ausscheidungen. Es wird angenommen, dass der in IPCC(2006)-10.82 angegebene Wert repräsentativ für erwachsene Schafe ist: 0,4 kg pl^{-1} d^{-1} VS.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für die relevanten Lagerverfahren sind in Table 6.6 aufgelistet.

Table 6.2: Adult sheep, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) for German temperature conditions

maximum methane producing capacity B_o	maximale Methanbildungs-Kapazität B_o	0.19 [b]	m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$
MCF storage type solid manure (heap)	*MCF* Lagerungsart Festmist (Misthaufen)	0.02 [a]	m^3 m^{-3} CH_4
MCF pasture	*MCF* Weide	0.01 [a]	m^3 m^{-3} CH_4

[a] IPCC(2006)-10.44 ff; [b] IPCC(2006)-10.82

With respect to the uncertainty of the emission factor calculated it has to be considered that the calculation procedure relies on default VS excretion, which is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Hinsichtlich der Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors ist zu berücksichtigen, dass das Rechenverfahren Default-VS-Ausscheidungen verwendet. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Für Stufe-1-Verfahren gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

6.3.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

6.3.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

In Germany, an N excretion of 10 kg pl^{-1} a^{-1} is assumed for a ewe without lambs (KTBL, 2004, pg. 427). This value is also used for the other adult sheep.

A fraction of 50 % of the nitrogen excreted is assumed to be TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

For adult sheep, an amount of straw fresh matter of 0.4 kg pl^{-1} d^{-1} is used (VEREINIGUNG DEUTSCHER LANDESSCHAFZUCHTVERBÄNDE, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof). This corresponds to $2.0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N and $1.0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN. As no bedding is taken into account during the grazing period, the annual amount of bedding actually used depends on the duration of the grazing period.

For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

For management details see Chapter 6.4.3.

For the emission factors see Chapter 6.2.2.

For indirect N_2O emissions from manure management see Chapter 6.2.2.

Für ein Mutterschaf ohne Lämmer wird in Deutschland eine N-Ausscheidung von 10 kg pl^{-1} a^{-1} angesetzt (KTBL, 2004, S. 427). Dieser Wert wird auch für alle anderen erwachsenen Schafe verwendet.

Der TAN-Gehalt wird mit 50 % angenommen (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

Die tägliche Einstreumenge wird für erwachsene Schafe mit 0,4 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse angesetzt (VEREINIGUNG DEUTSCHER LANDESSCHAFZUCHTVERBÄNDE, VDL, Landesverband Hessen, Mitteilung Rolf Lückhof). Dies entspricht $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N und $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN. Da für Weidezeiten keine Einstreu berücksichtigt wird, hängt die im Inventar für das gesamte Jahr verwendete Einstreumenge von der Weidedauer ab.

Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Zu Haltungsdetails siehe Kapitel 6.4.3.

Zu den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 6.2.2.

Zu Indirekten N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 6.2.2.

6.3.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 6.3 (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 6.3 angegeben (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 6.3: Adult sheep, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.139	0.056	0.017

Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4

6.3.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 6.4: Adult sheep, related tables provided with the data CD

			from	To
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.14	
		CH_4 manure management	EM1005.14	
		NMVOC	EM1005.14	
		NH_3	EM1009.14	
		N_2O	EM1009.44	
		NO	EM1009.74	
		TSP	EM1010.14	
		PM_{10}	EM1010.44	
		$PM_{2.5}$	EM1010.74	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.17	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.14	
		CH_4 manure management	IEF1005.14	
		NMVOC	IEF1007.14	
		NH_3	IEF1009.13	
		N_2O	IEF1009.41	
		NO	IEF1009.69	
		TSP	IEF1010.13	
		PM_{10}	IEF1010.41	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.69	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.157	AI1005PSH.190
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.66	EXCR.68

6.4 Lambs / Lämmer

Sheep younger than one year are considered lambs.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 6.5.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Lämmer sind alle Schafe, die jünger als ein Jahr sind.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.5 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 6.5: Lambs, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	1	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

6.4.1 Animal numbers and production details / Tierzahlen und Produktionsdetails

For animal numbers see Chapter 6.2.1.1.

Due to the simple methodology used, sheep weights are not needed for emission calculations. However, the CRF tables require a mean sheep weight to be reported. This issue will be addressed in Chapter 6.5.1.

For general data relating to housing and grazing of sheep see Chapters 6.2.1.2 and 3.4.3.2.4.

It is assumed for the inventory that the level of performance of a lamb animal place is 40 % of the performance of an dult sheep. This estimate is based on the comparison of the annual N excretions, see Chapters 6.3.5 and 6.4.5.

Zu den Tierzahlen siehe Kapitel 6.2.1.1.

Schafgewichte werden wegen der verwendeten einfachen Emissionsberechnungsmethodik nicht benötigt. Die CRF-Tabellen erfordern allerdings die Angabe eines mittleren Schafgewichtes. Hierauf geht Kapitel 6.5.1 ein.

Zur Stall- und Weidehaltung von Schafen siehe Kapitel 6.2.1.2 und 3.4.3.2.4.

Für das Inventar wird angenommen, dass das Lamm-Leistungsniveau bei 40 % der Leistung eines erwachsenen Schafes liegt. Diese Schätzung gründet sich auf einen Vergleich der jährlichen N-Ausscheidungen, siehe Kapitel 6.3.5 und 6.4.5.

6.4.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

Methane emissions from enteric fermentation are calculated according to the Tier 1 approach (Chapter 3.3.2). For adult sheep the emission factor is 8 kg an^{-1} a^{-1} (see Chapter 6.3.2). According to the difference in performance assumed in Chapter 6.4.1, the emission factor lambs is taken to be 40 % of the value for adult sheep, i. e. 3.2 kg an^{-1} a^{-1}.

According to IPCC(2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than ± 30 % and may be uncertain to ± 50 %.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die Methanemissionen aus der Verdauung werden nach dem Stufe-1-Verfahren (siehe Kapitel 3.3.2) berechnet. Für erwachsene Schafe ist der Emissionsfaktor 8 kg an^{-1} a^{-1} (siehe Kapitel 6.3.2). Entsprechend dem angenommenen Leistungsunterschied (siehe Kapitel 6.4.1) wird für Lämmer der EF mit 40 % des EF von erwachsenen Schafen angesetzt, d. h. 3,2 kg an^{-1} a^{-1}.

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardfehler) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

6.4.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

The calculation procedure is based on default VS excretions. For adult sheep the daily VS excretion is 0.4 kg an^{-1} d^{-1} (see Chapter 6.3.3). According to the difference in performance assumed in Chapter 6.4.1, the daily VS excretion of lambs is taken to be 40 % of the value for adult sheep, i. e. 0.16 kg an^{-1} d^{-1}.

Zur Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren verwendet, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Das Rechenverfahren verwendet dazu default-VS-Ausscheidungen. Die VS-Ausscheidung für erwachsene Schafe ist 0,4 kg pl^{-1} d^{-1} (siehe Kapitel 6.3.3). Entsprechend dem angenommenen Leistungsunterschied (siehe Kapitel 6.4.1) wird für Lämmer die VS-Ausscheidung mit 40 % der VS-Ausscheidung von erwachsenen Schafen angesetzt, d. h. 0,16 kg pl^{-1} d^{-1}.

Methane producing capacity B_o and the Methane conversion factors *MCF* for the relevant storage systems are listed in Table 6.6.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* für die relevanten Lagerverfahren sind in Table 6.6 aufgelistet.

Table 6.6: Lambs, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) for German temperature conditions

maximum methane producing capacity B_o	maximale Methanbildungs-Kapazität B_o	0.19 [b]	m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$
MCF storage type solid manure (heap)	*MCF* Lagerungsart Festmist (Misthaufen)	0.02 [a]	m^3 m^{-3} CH_4
MCF pasture	*MCF* Weide	0.01 [a]	m^3 m^{-3} CH_4

[a] IPCC(2006)-10.44 ff; [b] IPCC(2006)-10.82

With respect to the uncertainty of the emission factor calculated it has to be considered that the calculation procedure relies on default VS excretion, which is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Hinsichtlich der Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors ist zu berücksichtigen, dass das Rechenverfahren Default-VS-Ausscheidungen verwendet. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Für Stufe-1-Verfahren gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

6.4.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

6.4.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

Lambs fattened in the house excrete 3 kg pl^{-1} a^{-1} N (KTBL, 2004, pg. 227), while grazing lambs excrete 5 kg pl^{-1} a^{-1} N. The inventory uses the mean of these data (4 kg pl^{-1} a^{-1} N).

50 % of the N excreted is assumed to be TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

For lambs, an amount of straw fresh matter of 0.16 kg pl^{-1} d^{-1} is used (Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof). This corresponds to $0.8 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N and $0.4 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN.

For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

For management details see Chapter 6.2.1.2.

For the emission factors see Chapter 6.2.2.

For indirect N_2O emissions from manure management see Chapter 6.2.2.

Lämmer in Intensivmast scheiden 3 kg pl^{-1} a^{-1} N aus (KTBL, 2004, S. 427). Lämmer mit Weidemast scheiden 5 kg pl^{-1} a^{-1} N aus. Das Inventar rechnet mit einer mittleren Ausscheidungsrate von 4 kg pl^{-1} a^{-1} N.

50 % der N-Ausscheidungen werden als TAN angesehen (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

Die tägliche Einstreumenge wird für Lämmer mit 0,16 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse angesetzt (Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof). Dies entspricht $0{,}8 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N und $0{,}4 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN.

Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Zu Haltungsdetails siehe Kapitel 6.2.1.2.

Zu den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 6.2.2.

Zu Indirekten N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 6.2.2.

6.4.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 6.7. According to the difference in performance assumed in Chapter 6.4.1, the emission factors for lambs are taken to be 40 % of the values for adult sheep.

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 6.7 angegeben. Entsprechend dem angenommenen Leistungsunterschied (siehe Kapitel 6.4.1) wird für Lämmer angenommen, dass die Emissionsfaktoren 40 % der Emissionsfaktoren der Kategorie „erwachsene Schafe“ betragen.

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 6.7: Lambs, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.056	0.022	0.007
Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4 (40 % of the EFs for sheep)				

6.4.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 6.8: Lambs, related tables provided with the data CD

			from	To
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.15	
		CH_4 manure management	EM1005.15	
		NMVOC	EM1007.15	
		NH_3	EM1009.15	
		N_2O	EM1009.45	
		NO	EM1009.75	
		TSP	EM1010.15	
		PM_{10}	EM1010.45	
		$PM_{2.5}$	EM1010.75	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.18	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.15	
		CH_4 manure management	IEF1005.15	
		NMVOC	IEF1007.15	
		NH_3	IEF1009.14	
		N_2O	IEF1009.42	
		NO	IEF1009.70	
		TSP	IEF1010.14	
		PM_{10}	IEF1010.42	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.70	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.157	AI1005PSH.190
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.69	EXCR.71

6.5 Sheep – collective description / Schafe - zusammenfassende Daten

6.5.1 Mean animal weight / Mittleres Tiergewicht

Due to the simple methodology used, sheep weights are not needed for emission calculations. However, the CRF tables require a mean sheep weight to be reported. The IPCC (2006) guidelines provide two different values for the live weight of sheep: 65 kg an^{-1} in IPCC (2006)-10.28 (developed countries), 48.5 kg in IPCC (2006)-10.82. The value of 65 kg is assumed to be applicable to adult German sheep (cf. KTBL, 2004, pg. 423 and pg. 425); the final live weight of lambs after fattening is taken to be 45 kg (JILG, 2009). Hence, the value of 48.5 kg according to IPCC (2006)-10.82 seems to be in the order of magnitude to be expected for the mean weight of all sheep. This value has been rounded to 50 kg and is reported in the CRF tables.

Schafgewichte werden wegen der verwendeten einfachen Emissionsberechnungsmethodik nicht benötigt. Die CRF-Tabellen erfordern allerdings die Angabe eines mittleren Schafgewichtes. IPCC (2006) gibt für Schafe unterschiedliche Gewichte an: 65 kg an^{-1} in IPCC (2006)-10.28 (developed countries), 48,5 kg in IPCC (2006)-10.82. Der Wert von 65 kg an^{-1} wird dabei für Deutschland als zutreffend für erwachsene Schafe angesehen (vgl. KTBL, 2004, S. 423 und S. 425); Mastlämmer erreichen nach JILG (2009) ein Lebendendgewicht von 45 kg an^{-1}. Der Wert von 48,5 kg in IPCC (2006)-10.82 erscheint damit in der Größenordnung, die für das mittlere Schafgewicht zu erwarten ist. Gerundet ergibt sich daraus das von Deutschland in den CRF-Tabellen angegebene mittlere Schafgewicht von 50 kg.

6.5.2 Mean excretion rates / Mittlere Ausscheidungen

The N excretions of adult sheep and lambs without lambs are calculated as a weighted mean:

Die N-Ausscheidungen von erwachsenen Schafen und Lämmern werden gewichtet gemittelt:

$$m_{\text{excr, mean, sh}} = \frac{n_{\text{as}} \cdot m_{\text{excr, mean, as}} + n_{\text{la}} \cdot m_{\text{excr, mean, la}}}{n_{\text{as}} + n_{\text{la}}} \quad \textbf{(6.4)}$$

$m_{\text{excr, mean, sh}}$	amount of N excreted by sheep (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{excr, mean, as}}$	amount of N excreted by adult sheep (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
n_{as}	number of adult sheep (in pl)
$m_{\text{excr, mean, la}}$	amount of N excreted by lambs (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
n_{la}	number of lambs (in pl)

VS excretions are calculated by analogy.

Die VS- Ausscheidungen werden analog berechnet.

6.5.3 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten

Table 6.9 shows the comparison of relavant data between countries the agricultural practice of which is comparable to German conditions.

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports.

Germany has the lowest VS excretion. The high danish value is striking as it is more than twice as high as the mean value of all countries.

The German N excretions are significantly lower than the mean value of all countries considered. However, the German value is close to the Belgian N excretions. The wide range of the N excretions cannot be explained with the available information.

The German CH_4 emissions from enteric fermentation and manure management are lower than the mean value of all countries considered (8.68 kg pl^{-1} a^{-1} and 0,56 kg pl^{-1} a^{-1} respectively). N excretions, related to the

Table 6.9 zeigt einen Vergleich relevanter Daten für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung 2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen.

Deutschland hat die niedrigeste VS-Ausscheidung. Auffällig ist der hohe dänische VS-Wert, der gut doppelt so hoch ist wie der Durchschnitt aller Länder.

Bei den N-Ausscheidungen liegt Deutschland zwar deutlich unter dem Mittelwert aller berücksichtigten Länder, aber in etwa gleichauf mit Belgien. Die große Bandbreite der N-Ausscheidungen kann mit den vorhandenen Informationen nicht erklärt werden.

Bei den CH_4-Emissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdünger-Management liegt Deutschland unter dem Mittelwert aller Länder (8,68 kg pl^{-1} a^{-1} bzw. 0,56 kg pl^{-1} a^{-1}). Die auf den mittleren Tierplatz bezogenen N-

mean animal place, are higher than the mean value of all countries considered (1.10 kg pl^{-1} a^{-1}). The wide range of NH_3 emission factors cannot be explained with the data given in Table 6.9.

Ausscheidungen sind dagegen höher als der Mittelwer aller Länder (1,10 kg pl^{-1} a^{-1}). Die großen Unterschiede der NH_3-Emissionsfaktoren können anhand der Daten in Table 6.9 nicht erklärt werden.

Table 6.9: Sheep, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM)

				IEF				
	mean animal weight kg an^{-1}	VS excretion kg pl^{-1} d^{-1}	N excretion kg pl^{-1} a^{-1}	$CH_{4, ent}$ kg pl^{-1} a^{-1}	$CH_{4, MM}$ kg pl^{-1} a^{-1}	NH_3 kg pl^{-1} a^{-1}	N_2O kg pl^{-1} a^{-1}	NO kg pl^{-1} a^{-1}
Austria	NA	NA	13.10	8.00	0.19	0.46		
Belgium	50.00	0.46	7.54	8.00	0.62	0.94		
Czech Republic	NA	NA	20.00	8.00	0.19	0.46		
Denmark	66.36	0.96	14.96	16.08	2.27	1.29		
France	NA	0.40	16.67	9.41	0.19	2.51		
Germany	**50.00**	**0.31**	**7.77**	**6.21**	**0.21**	**1.47**	**0.08**	**0.010**
Netherlands	NE	0.50	6.63	8.00	0.17	0.35		
Poland	63.00	0.35	6.60	7.71	0.16	1.46		
Switzerland	NA	0.40	8.53	10.37	1.30	1.95		
United Kingdom	NE	0.40	5.23	5.02	0.30	0.08		
IPCC (1996)-3-4.10, 4.12, 4.47, 4.99, Western Europe, cool region, developed countries	43.00	0.40	20.00	8.00	0.19			
IPCC (2000)-4.45 (mature / 0-1 year)			20 / 10					
IPCC (2006)-10.28, 10.40, 10.59, 10.82, Western Europe, cool region, developed countries	Tier 1: 65 Tier 2: 48.5	0.40	20.17 [a]	8.00	0.19			
EMEP (2009)-4.B-26, 61 and EMEP (2013)-3B-14, 15, 27			15.50			1.40		0.005

Sources: Germany: submission 2015; UNFCCC (2014), CRF Table 4.A, 4.B; CEIP (2014) NFR
[a] calculated according to IPCC (2006) using the IPCC default animal weight

6.5.4 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 6.10: Sheep, collective description, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.16	
		CH_4 manure management	EM1005.16	
		NMVOC	EM1007.16	
		NH_3	EM1009.16	
		N_2O	EM1009.46	
		NO	EM1009.76	
		TSP	EM1010.16	
		PM_{10}	EM1010.46	
		$PM_{2.5}$	EM1010.76	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.19	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.16	
		CH_4 manure management	IEF1005.16	
		NMVOC	IEF1007.16	
		NH_3	IEF1009.15	
		N_2O	IEF1009.43	
		NO	IEF1009.71	
		TSP	IEF1010.15	
		PM_{10}	IEF1010.43	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.71	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.157	AI1005PSH.190
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.72	EXCR.74

6.6 Goats / Ziegen

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 6.11.

The limited data availability in Germany (no performance and no husbandry data available) allows only for the calculation of national total emissions.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.11 zusammengestellten Methoden.

Die begrenzte Datenlage (weder Leistungs- noch Haltungsdaten verfügbar) lässt nur die Berechnung von nationalen Gesamtemissionen zu.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 6.11: Goats, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	1	IPCC
CH_4	manure management	2	IPCC
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	1	EMEP
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

6.6.1 Animal number and animal performance / Tierzahlen und Leistungsdaten

6.6.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

Animal numbers for goats were officially counted the first time in 2010. For the years before 2005 the data provided by BMELV (Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer protection) are used, the data for the years from 2005 onwards until 2010 were estimated by the Statistisches Bundesamt. For 2010 the animal numbers are used which were counted during the LZ 2010 (see Chapter 3.4.2). They are about one third lower than the animal numbers estimated for 2009 by the Statistisches Bundesamt. As communicated by the Statistisches Bundesamt (DIETERLE M, 14 July 2011) the estimates for the years before 2010 will not be corrected in order to keep data consistency with the data by Eurostat. No official animal numbers are available for 2011. The Federal Statistical Agency suggested for 2011 to use the data for 2010 instead. For 2012 there is no data as well. Hence, the 2010 animal number is used also for 2012.

The animal numbers are reported as ten thousands of animals, which in itself contains an uncertainty of about 7 %. For this inventory, an uncertainty (standard error) of 10 % is assumed, distribution normal. In accordance half the 95 % confidence interval is fixed to 20 %.

Tierzahlen für Ziegen wurden erstmals 2010 offiziell erfasst. Für die Jahre vor 2005 wird die offizielle Schätzung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMELV), ab 2005 die des Statistischen Bundesamtes verwendet. Für 2010 stammt die Tierzahl aus der Landwirtschaftszählung 2010 (siehe Kapitel 3.4.2). Sie ist um etwa ein Drittel kleiner als die zuletzt für 2009 durch das Statistische Bundesamt geschätzte Zahl. Wie das Statistische Bundesamt mitteilte (DIETERLE M, 14.07.2011) werden die Schätzungen für die Jahre vor 2010 zur Wahrung der Konsistenz u.a. mit den Daten von Eurostat nicht revidiert. Für 2011 liegen keine offiziellen Ziegenzahlen vor. Nach Einschätzung des Statistischen Bundesamtes kann für 2011 die Zahl von 2010 übernommen werden. Da für 2012 auch keine offiziellen Ziegenzahlen vorliegen, wird angenommen, dass der Wert von 2010 auch für 2012 übernommen werden kann.

Die Angaben zu den Tierzahlen erfolgen in zehntausenden Tieren. Hierin begründet sich bereits eine Unsicherheit von etwa 7 %. Angenommen wird für dieses Inventar eine Unsicherheit (Standardfehler) von 10 % bei normaler Verteilung. Dementsprechend wird das halbe 95 %-Konfidenzintervall mit 20 % angesetzt.

6.6.1.2 *Animal weights/ Tiergewicht*

IPCC (2006) reports contradictary weights for goats, 40 kg an^{-1} in IPCC (2006)-10.28 and 38.5 kg an^{-1} in IPCC (2006)-10.82. The weight of 40 kg appears to be applicable to the German situation. However, due to the use of a Tier 1 approach, the animal weight is not used to perform amission calculations at present.

IPCC (2006) gibt für Ziegen unterschiedliche Gewichte an: 40 kg an^{-1} in IPCC (2006)-10.28, 38,5 kg an^{-1} in IPCC (2006)-10.82. Für deutsche Verhältnisse erscheinen 40 kg pro Tier angemessen. Das Ziegengewicht geht aber derzeit nicht in die deutschen Emissionsberechnungen ein, da ein Stufe-1-Verfahren verwendet wird.

6.6.1.3 *Management details / Haltungsdetails*

As no data is available it is assumed that 50 % of the animals are housed permanently, whereas 50 % are

Da keine Daten verfügbar sind, wird angenommen, dass 50 % der Ziegen nur im Stall sind, 50 % ganztägig

grazing all day (grazing period: 250 d a^{-1}). (Source: VEREINIGUNG DEUTSCHER LANDESSCHAFZUCHTVERBÄNDE, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof).

In the house sheep are kept on bedding.

auf der Weide. Die Weideperiode beträgt 250 d a^{-1}. (Quelle: VEREINIGUNG DEUTSCHER LANDESSCHAFZUCHTVERBÄNDE, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof).

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden.

6.6.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

Methane emissions from enteric fermentation are calculated according to the Tier 1 approach (Chapter 3.3.2). The default emission factor is $EF_{CH4, ent, sh}$ = 5 kg an^{-1} a^{-1} CH_4 (IPCC(2006)-10.28).

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than ± 30 % and may be uncertain to ± 50 %.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard error.

Die Methanemissionen aus der Verdauung werden nach dem Stufe-1-Verfahren (siehe Kapitel 3.3.2) berechnet. Der default-Emissionsfaktor $EF_{CH4, ent, sh}$ ist 5 kg an^{-1} a^{-1} CH_4 (IPCC(2006)-10.28).

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissonsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardfehler) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

6.6.3 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the equation of the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

According to Table 10A-9 in IPCC (2006) the default VS excretion is taken to be 0.30 kg pl^{-1} d^{-1}. The maximum methane production capacity B_o and the methane conversion factors *MCF* are listed in Table 6.12.

Die Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management erfolgt mit der Gleichung des Stufe-2-Verfahrens (siehe Kapitel 3.3.4.1).

Für die VS-Ausscheidung wird nach IPCC (2006), Table 10A-9, ein Wert von 0,30 kg pl^{-1} d^{-1} angesetzt. Die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* sind in Table 6.12 aufgelistet.

Table 6.12: Goats, maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*) for German temperature conditions

maximum methane producing capacity B_o	maximale Methanbildungs-Kapazität B_o	0.18 [b]	m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$
MCF storage type solid manure (heap)	*MCF* Lagerungsart Festmist (Misthaufen)	0.02 [a]	m^3 m^{-3} CH_4
MCF pasture	*MCF* Weide	0.01 [a]	m^3 m^{-3} CH_4

[a] IPCC(2006)-10.44 ff; [b] IPCC(2006)-10.82

With respect to the uncertainty of the emission factor calculated it has to be considered that the calculation procedure relies on default VS excretion, which is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Hinsichtlich der Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors ist zu berücksichtigen, dass das Rechenverfahren Default-VS-Ausscheidungen verwendet. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Für Stufe-1-Verfahren gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

6.6.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

6.6.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The data on N excretion available for Germany is 11 kg pl^{-1} a^{-1} N for all goats (LFL, 2004a). All calculations are based on this figure. A fraction of 50 % of the nitrogen excreted is assumed to be TAN (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

Offiziell verfügbare deutsche Zahlen (LFL, 2004a) sehen für alle Ziegen eine einheitliche Ausscheidung von 11 kg pl^{-1} a^{-1} N vor. Dieser Wert wird in den Rechnungen verwendet. Der TAN-Gehalt wird mit 50 % angesetzt (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

For goats no data on bedding material input is available. Hence the inventory assumes the same amount like for adult sheep: 0.4 kg pl^{-1} d^{-1} straw fresh matter (corresponding to $2.0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N and $1.0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN). As no bedding is taken into account during the grazing period, the annual amount of bedding actually used depends on the duration of the grazing period.

For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

The manure is stored in a heap. The inventory assumes that there is no incorporation after application.

According to EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, the NH_3 emission factors of sheep are adopted, see Chapter 6.2.2. For emission factors of N_2O, NO and N_2 see also Chapter 6.2.2.

Indirect N2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

In Ermangelung ziegenspezifischer Daten wird die tägliche Einstreumenge wie für erwachsene Schafe mit 0,4 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse angesetzt (bzw. $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N und $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN). Da für Weidezeiten keine Einstreu berücksichtigt wird, hängt die im Inventar für das gesamte Jahr verwendete Einstreumenge von der Weidedauer ab.

Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Der Mist wird im Haufen gelagert. Das Inventar geht davon aus, dass keine Einarbeitung nach der Ausbringung erfolgt.

Entsprechend EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, werden die NH_3-Emissionsfaktoren von Schafen übernommen, siehe Kapitel 6.2.2. Für die Emissionsfaktoren von N_2O, NO und N_2 siehe ebenfalls Kapitel 6.2.2.

Indirekte N2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

6.6.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 6.13 (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 6.13 angegeben (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 6.13: Goats, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.139	0.056	0.017
Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4				

6.6.7 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten

In Table 6.14 a comparison is made of implied emission factors (*IEF*) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions.

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports.

In Table 6.14 erfolgt eine Gegenüberstellung aggregierter Emissionsfaktoren (*IEF*) und emissionserklärender Variablen für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung 2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen.

Table 6.14: Goats, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM)

	mean animal weight	VS excretion	N excretion	*IEF*				
				$CH_{4, ent}$	$CH_{4, MM}$	NH_3	N_2O	NO
	kg an^{-1}	kg pl^{-1} d^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}
Austria	NA	NA	12.30	5.00	0.12	0.46		
Belgium	50.00	0.55	8.43	5.00	0.77	1.49		
Czech Republic	NA	NA	25.00	5.00	0.12	0.86		
Denmark	60.00	1.01	16.55	13.08	2.45	1.30		
France	NA	0.28	14.07	11.97	0.12	5.04		
Germany	**40.00**	**0.30**	**11.00**	**5.00**	**0.22**	**3.02**	**0.16**	**0.0215**
Netherlands	NE	0.62	10.50	5.00	0.33	2.67		
Poland	30.00	0.28	6.70	5.00	0.12	1.46		
Switzerland	NA	0.28	10.83	8.38	1.06	3.05		
United Kingdom	NE	0.28	20.60	5.00	0.12	IE		
IPCC (1996)-3-4.10, 4.12, 4.47, Western Europe, cool region, developed countries	30.00	0.28		5.00	0.12			
IPCC (2006)-10.28, 10.40, 10.59, 10.82, Western Europe, cool region, developed countries	40 (Tier 1) 38.50 (Tier 2)	0.30	18.69 [a]	5.00	0.13			
EMEP (2009)-4.B-26, 61 and EMEP (2013)-3B-14, 15, 27			15.5			1.4		0.005

Sources: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC (2014), CRF Table 4.A, 4.B; CEIP (2014) NFR
[a] calculated according to IPCC (2006) using the IPCC default animal weight

Germany in contrast to most of the other contries uses the IPCC (2006) default value for VS excretions. The Belgium, Danish and netherlnands VS excretions are national values that exceed the IPCC default value by far.

N excretions show a very wide variation which cannot be explained.

Germany and most of the other countries calculate CH4 emissions from enteric fermentation with the IPCC default value. This value is lower than the national values of the other countries.

For CH_4 from manure management ($CH_{4, MM}$), the German emission factor is somewhat larger than the default value, but considerably smaller than that used by Denmark and Switzerland.

Disregarding the very high French emission factor for NH_3, the German value as well as the Swiss NH_3 emission factor represent maximum values.

Deutschland nutzt im Gegensatz zu den meisten anderen Staaten den Default-Wert von IPCC (2006) für VS-.Ausscheidungen. Belgien, Dänemark und die Niederlande verwenden nationale VS-Ausscheidungen, die deutlich über den IPCC-Defaultwerten liegen.

Der Vergleich der N-Ausscheidungen zeigt deutliche und kaum erklärbare Unterschiede.

Deutschland und die meisten anderen Länder berechnen CH_4 aus der Verdauung mit dem IPCC-Default-Faktor. Dieser ist niedriger als die nationalen Werte in den übrigen Ländern.

Für CH_4 aus dem Wirtschaftsdünger-Management ($CH_{4, MM}$) liegt der deutsche Emissionsfaktor etwas über dem Default-Wert, ist aber deutlich kleiner als der von Dänemark und der Schweiz.

Sieht man vom sehr hohen französischen NH_3-Emissionsfaktor ab, liegt der deutsche Wert zusammen mit dem Wert der Schweiz am oberen Ende der Skala.

6.6.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 6.15: Goats, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.17	
		CH_4 manure management	EM1005.17	
		NMVOC	EM1007.17	
		NH_3	EM1009.17	
		N_2O	EM1009.47	
		NO	EM1009.77	
		TSP	EM1010.17	
		PM_{10}	EM1010.47	
		$PM_{2.5}$	EM1010.77	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.20	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.17	
		CH_4 manure management	IEF1005.17	
		NMVOC	IEF1007.17	
		NH_3	IEF1009.16	
		N_2O	IEF1009.44	
		NO	IEF1009.72	
		TSP	IEF1010.16	
		PM_{10}	IEF1010.44	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.72	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.191	AI1005PSH.194
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.75	EXCR.77

7 Horses, asses and mules / Pferde, Esel und Maultiere

During the 2010 agricultural census the population of equids (instead of horses) was officially surveyed for the first time, without differentiation between horses and mules and asses. Hence, as of Submission 2015, the inventory omits the separate category of "mules and asses".

Ab der Landwirtschaftszählung 2010 werden keine Pferdezahlen mehr erhoben, sondern Equiden gezählt. Deren Zahl schließt in nicht separierbarer Weise die der Esel und Maultiere ein. Ab Submission 2015 entfällt daher im Inventar die separate Kategorie „Esel und Maultiere".

7.1 Formation of subcategories / Untergliederung in Subkategorien

Due to their different emissions, the category „horses" is subdiveded in the subcategories "heavy horses" (see Chapter 7.2) and "light horses and ponies" (see Chapter 7.3). The emissions of these subcategories are calculated separately.

Chapter 7.4 describes the aggregation of the resulting data of the two sub-categories to enable emission reporting for the overall category "horses".

Wegen der unterschiedlich hohen Emissionen von Großpferden einerseits (siehe Kapitel 7.2) und Kleinpferden, Ponys, Eseln und Maultieren andererseits (siehe Kapitel 7.3) erfolgt die Emissionsberechnung getrennt nach diesen Unterkategorien.

Kapitel 7.4 beschreibt die für die Emissionsberichterstattung erforderliche Aggregierung der Teilergebnisse aus den beiden Unterkategorien.

7.1.1 Animal numbers and husbandry details / Tierzahlen und Haltungsdetails

7.1.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

For the inventory calculations only those horses are relavant that are reported in agricultural statistics (STATLA C III 1 – vj 4).

Only the official animal numbers of the surveys of 2010 and 2013 comprise horses, mules and asses. The time series of the two inventory categories "heavy horses" and "light horses and ponies (including mules and asses)" are formed by addition of the numbers of mules and asses, see Chapter 3.4.2.2.

Data gaps within the time series are closed by linear using interpolation.

The uncertainty of the animal numbers is assumed to be 5 % (standard error), and hence 10 % for half the 95 % confidence interval, with normal distribution.

Den Inventarberechnungen werden nur diejenigen Pferde zugrunde gelegt, die in den landwirtschaftlichen Statistiken (STATLA C III 1 – vj 4) ausgewiesen werden.

Nur bei den Zählungen 2010 und 2013 beinhalten die amtlichen Zahlen neben den Pferden auch die Esel und Maultiere. Die ab 1990 geltenden Zeitreihen der im Inventar berücksichtigten beiden Unterkategorien „Großpferde" und „Kleinpferde und Ponys (incl. Esel und Maultiere)" werden durch Addition der Esel- und Maultierzahlen generiert, siehe Kapitel 3.4.2.2.

Datenlücken innerhalb der so erzeugten Zeitreihen werden durch lineare Interpolation geschlossen.

Die Unsicherheit der Tierzahlen wird mit 5 % (Standardfehler) bzw. 10 % (halbes 95 %-Konfidenzintervall) bei normaler Verteilung geschätzt.

7.1.1.2 *Management details / Haltungsdetails*

For all equids the duration of the grazing period is assumed to be 180 d a^{-1}, with a daily grazing time of 10 h d^{-1}.

In the house the animals are kept on bedding (see Chapters 7.2.5 and 7.3.5).

Für alle Equiden wird von einer Weideperiode von 180 d a^{-1} mit einer täglichen Weidedauer von 10 h d^{-1} ausgegangen.

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden (siehe Kapitel 7.2.5 und 7.3.5).

7.1.2 Methane from manure management – characteristic values / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management - charakteristische Größen

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 equation, see Chapter 3.3.4.1.

For the input data used for the maximum methane producing capacity B_o and the *MCF* see the subsequent table. It is assumed the the data can be adopted also for mules and asses.

For the VS excretion used see the respective subchapters for heavy horses and light horses/Ponies.

For management details see Chapter 7.1.1.2.

CH_4 aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird mit der Stufe-2-Gleichung berechnet (s. Kapitel 3.3.4.1).

Zu den Daten für die maximale Methan-Produktionskapazität B_o und den *MCF* siehe nachfolgende Tabelle. Es wird angenommen, dass diese Daten auch für Esel und Maultiere gelten. Zur VS-Ausscheidung siehe entsprechendes Unterkapitel bei den Großpferden sowie bei den Kleinpferden und Ponys (incl. Esel und Maultiere) .

Zu Haltungsdetails siehe Kapitel 7.1.1.2.

Table 7.1: Horses, Maximum methane producing capacity (B_o) and methane conversion factors (*MCF*)

maximum methane producing capacity B_o	maximale Methanbildungs-Kapazität B_o	0.3 [b]	m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$
MCF storage type solid manure (heap)	*MCF* Lagerungsart Festmist (Misthaufen)	0.02 [a]	m^3 m^{-3} CH_4
MCF pasture	*MCF* Weide	0.01 [a]	m^3 m^{-3} CH_4

[a] IPCC(2006)-10.44 ff; [b] IPCC(2006)-10.82

7.1.3 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The NH_3-N emission factors for housing (0.22 kg kg^{-1}), storage (0.35 kg kg^{-1}) and grazing (0.35 kg kg^{-1}) are taken from EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7. The emission factors are related to TAN.

The N_2O-N emission factor for housing and storage is 0.013 kg kg^{-1} (VANDRÉ et al., 2012). According to Chapter 3.3.4.3.5, the emission factors for NO-N and N_2 are calculated as 0.0013 and 0.039 kg kg^{-1} N, respectively. The emission factors for N_2O-N, NO-N and N_2 are applied to the sum of nitrogen excreted and N input with bedding material.

N_2O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated according to Chapter 11.5. For further details see Chapter 4.3.8.5.3.

For management details see Chapter 7.1.1.2.

For spreading it is assumed that solid manure is broadcast to bare arable land without incorporation. It is assumed that the emission factor used for cattle can be adopted. This leads, according to Chapter 4.2, to a NH_3 emission factor of 0.9 kg kg^{-1} N, related to TAN available.

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

The uncertainty of the NH_3–N emission factor characterizing the total NH_3 emissions from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainty of the N_2O-N emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO-N and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O-N emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

For the uncertainties of the NH_3–N emission factor for grazing and for the related activity (N excretion during grazing) see Chapter 4.3.8.9.

Die NH_3-N-Emissionsfaktoren für Stall (0,22 kg kg^{-1}), Lager (0,35 kg kg^{-1}) und Weide (0,35 kg kg^{-1}), jeweils bezogen auf vorhandenes TAN, werden EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, entnommen.

Der N_2O-N-Emissionsfaktor für Stall und Lager beträgt 0,013 kg kg^{-1} (VANDRÉ et al., 2012). Nach Kapitel 3.3.4.3.5 berechnen sich die Emissionsfaktoren für NO-N und N_2 zu 0,0013 bzw. 0,039 kg kg^{-1} N. Die Emissionsfaktoren für N_2O-N, NO-N und N_2 beziehen sich auf die Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem N.

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden nach Kapitel 11.5 berechnet. Zu weiteren Einzelheiten siehe Kapitel 4.3.8.5.3.

Zu Haltungsdetails siehe Kapitel 7.1.1.2.

Für die Ausbringung wird angenommen, dass der Festmist mit dem Breitverteiler ohne Einarbeitung auf unbedeckte Ackerflächen ausgebracht wird, und dass der Emissionsfaktor von den Rindern übernommen werden kann (Kapitel 4.2, 0,9 kg kg^{-1} N, bezogen auf vorhandenes TAN).

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Die Unsicherheit des NH_3-N-Emissionsfaktors, der die NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-N-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO-N- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-N-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

Zu den Unsicherheiten des NH_3-N-Emissionsfaktors für Weidegang sowie des entsprechenden Aktivitätswertes (N-Ausscheidung auf der Weide) siehe Kapitel 4.3.8.9.

7.1.4 IEF uncertainties for NH_3, N_2O, NO, and N_2 from manure management / IEF-Unsicherheiten für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH_3, N_2O, NO, and N_2 from manure management are described in Chapters 14.4 to 14.5.

Die Unsicherheiten der aggregierten Emissionsfaktoren (IEF) für NH_3, N_2O, NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 14.4 bis 14.5 beschrieben.

7.2 Heavy horses / Großpferde

All horses whose size as measured from the top of the withers to the ground exceeds 14 hands or 148 cm are called heavy horses.

The emissions are calculated according to the methods procedures compiled in Table 7.2.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Großpferde sind alle Pferde mit einem Stockmaß von 148 cm und mehr.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 7.2 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 7.2: Heavy horses, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	1	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

7.2.1 Animal weight and energy intake / Tiergewicht und Energieaufnahme

The mean weight is assumed to be 550 kg an^{-1} (mean value for riding horses, see DLG, 2005, pg. 54).

Due to this mean weight, the animal category of German heavy horses corresponds to the category of horses described in IPCC (2006) with an gross energy intake (GE) of 110 MJ an^{-1} d^{-1} (IPCC(2006)-10.28, Table 10.10; BLUM, 2002).

According to DLG (2005), pg. 54, the annual intake of metabolisable energy is 32.5 GJ an^{-1} a^{-1}. This value transforms into a daily intake of 89 MJ an^{-1} d^{-1}.

Animal weight and energy intake are, due to the simple calculation methods used, without influence on the emission results.

Als mittleres Gewicht werden 550 kg an^{-1} angesetzt (Mittelwert für Reitpferde nach DLG, 2005, S. 54).

Mit diesem Gewicht entsprechen die deutschen Großpferde der in IPCC (2006) beschriebenen Kategorie „Pferde“. Die Gesamtenergieaufnahme (GE) wird mit 110 MJ an^{-1} d^{-1} wird angesetzt (IPCC(2006)-10.28, Table 10.10; BLUM, 2002).

Die jährliche Aufnahme von umsetzbarer Energie wird nach DLG (2005) S. 54, mit 32,5 GJ an^{-1} a^{-1} (d. h. täglich 89 MJ an^{-1} d^{-1}) angenommen.

Gewicht und Energieaufnahme sind wegen der Einfachheit der verwendeten Methoden ohne Einfluss auf die Emissionsberechnung.

7.2.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

Methane emissions from enteric fermentation are calculated according to the Tier 1 approach (Chapter 3.3.2). The default emission factor for horses with a mean weight weight of 550 kg an^{-1} is $EF_{CH4,\ ent,\ sh}$ = 18 kg an^{-1} a^{-1} CH_4 (IPCC(2006)-10.28).

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than ± 30 % and may be uncertain to ± 50 %.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Die Methanemissionen aus der Verdauung werden nach dem Stufe-1-Verfahren (siehe Kapitel 3.3.2) berechnet. Der default-Emissionsfaktor $EF_{CH4,\ ent,\ sh}$ ist für Pferde, für die ein mittleres Gewicht von 550 kg an^{-1} unterstellt wird, 18 kg an^{-1} a^{-1} CH_4 (IPCC(2006)-10.28).

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardfehler) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

7.2.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 procedure, see Chapter 3.3.4.1.

The calculation procedure is based on default VS excretion: 2.13 kg pl^{-1} d^{-1} according to IPCC(2006)-10.82.

Methane producing capacity B_o and the Methane conversion factors *MCF* are listed in Table 7.1 (Chapter 7.1.2).

With respect to the uncertainty of the emission factor calculated it has to be considered that the calcula-

CH_4 aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird mit einem Stufe-2-Verfahren (Kapitel 3.3.4.1) berechnet.

Das Rechenverfahren verwendet default-VS-Ausscheidungen: 2,13 kg pl^{-1} d^{-1} nach IPCC(2006)-10.82.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* sind in Table 7.1 (Kapitel 7.1.2) aufgelistet.

Hinsichtlich der Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors ist zu berücksichtigen, dass das Rechenver-

tion procedure relies on default VS excretion, which is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

fahren Default-VS-Ausscheidungen verwendet. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Für Stufe-1-Verfahren gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

7.2.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

7.2.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

According to DLG (2005), pg 55, saddle-horses with a weight of 500 to 600 kg an^{-1} with mixed stabling and grazing and occasional work excrete 53.6 kg pl^{-1} a^{-1} N. A fraction of 0.6 kg kg^{-1} is assumed to be TAN (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7)..

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2.

In the Inventory, the amount of straw fresh matter is 8 kg pl^{-1} d^{-1} (KTBL, 2006b, pg. 640) or $39.9 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N ($20.0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN, respectively).

For the emission factors see Chapter 7.1.3.

For indirect N_2O emissions from manure management see Chapter 7.1.3.

Nach DLG (2005), S. 55, werden von Reitpferden bei gemischter Stall-/Weidehaltung (Gewicht 500 bis 600 kg an^{-1}) und leichter Arbeit 53,6 kg pl^{-1} a^{-1} N ausgeschieden. Der TAN-Anteil wird mit 0,6 kg kg^{-1} (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7) angesetzt.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen.

Die Menge der Einstreu beträgt im Inventar 8 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse (KTBL, 2006b, S. 640) bzw. $39{,}9 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N (entsprechend $20{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN).

Zu den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 7.1.3.

Zu Indirekten N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 7.1.3.

7.2.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 7.3 (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 7.3 angegeben (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 7.3: Heavy horses, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.48	0.22	0.14
Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4				

7.2.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 7.4: Heavy horses, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.18	
		CH_4 manure management	EM1005.18	
		NMVOC	EM1007.18	
		NH_3	EM1009.18	
		N_2O	EM1009.48	
		NO	EM1009.78	
		TSP	EM1010.18	
		PM_{10}	EM1010.48	
		$PM_{2.5}$	EM1010.78	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.21	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.18	
		CH_4 manure management	IEF1005.18	
		NMVOC	IEF1007.18	
		NH_3	IEF1009.17	
		N_2O	IEF1009.45	
		NO	IEF1009.73	
		TSP	IEF1010.17	
		PM_{10}	IEF1010.45	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.73	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.195	AI1005PSH.203

7.3 Light horses, ponies, asses and mules / Kleinpferde, Ponys, Esel und Maultiere

Light horses and ponies are horses whose size measured from the top of the withers to the ground falls below 148 cm.

IPCC (2006) fails to provide an adequate description for light horses and ponies. The definition of horses given in IPCC (2006) applies to heavy horses (weight, energy requirements). In the following, the IPCC (2006) method is modified to apply to light horses and ponies.

The inventory considers mules and asses to be equivalent to light horses and ponies, see Chapter 7.1.1). Hence, mules and asses are not mentioned explicitly in the following.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 7.5.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Kleinpferde und Ponys sind alle Pferde mit einem Stockmaß von weniger als 148 cm.

IPCC (2006) bietet keine adäquate Beschreibung von Kleinpferden und Ponys an. Die in IPCC (2006) verwendeten Definitionen (Gewicht, Energiebedarf) beziehen sich ausschließlich auf Großpferde. Die Berechnungsmethoden werden daher im Folgenden entsprechend für die Gruppe der kleinen Equiden abgewandelt.

Esel und Maultiere werden im Inventar als äquivalent zu Kleinpferden und Ponys betrachtet (siehe Kapitel 7.1.1). Im Folgenden ist daher generell nur noch von Kleinpferden die Rede.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 7.5 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 7.5: Light horses and ponies, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation	1	IPCC / national
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

7.3.1 Animal weight and energy intake / Tiergewicht und Energieaufnahme

The mean weight of light horses is assumed to be 300 kg an^{-1} corresponding to the weight of German riding ponies given in DLG (2005), S. 54.

According to DLG (2005), pg. 54, the annual intake of metabolisable energy is 21.0 GJ an^{-1} a^{-1}. This value transforms into a daily intake of ca. 58 MJ an^{-1} d^{-1}.

According to the difference of energy requirements of heavy and light horses (see Chapter 7.2.1) it is assumed that the gross energy (GE) intake of light horses is about one third lower than for heavy horses: ca. 73 MJ an^{-1} d^{-1}.

Animal weight and energy intake are, due to the simple calculation methods used, without influence on the emission results.

Als mittleres Gewicht für Kleinpferde wird das Gewicht von deutschen Reitponys angesetzt (300 kg an^{-1} nach DLG, 2005, S. 54).

Die jährliche Aufnahme von umsetzbarer Energie wird nach DLG (2005) S. 54, mit 21,0 GJ an^{-1} a^{-1} (d. h. täglich ca. 58 MJ an^{-1} d^{-1}) angenommen.

Entsprechend dem Unterschied im Bedarf an verdaulicher Energie wird für Kleinpferde und Ponys eine gegenüber Großpferden (siehe Kapitel 7.2.1) um ein Drittel geringere Aufnahme an Gesamtenergie (GE) angenommen: ca. 73 MJ an^{-1} d^{-1}.

Gewicht und Energieaufnahme sind wegen der Einfachheit der verwendeten Methoden ohne Einfluss auf die Emissionsberechnung.

7.3.2 Methane from enteric fermentation / Methane aus der Verdauung

CH_4 emissions from enteric fermentation are calculated according to the Tier 1 approach (Chapter 3.3.2).

According to the ratio of digestible energy requirements for light horses and ponies (see Chapter 7.3.1), a reduced energy intake (two thirds of heavy horses) is assumed and a reduced emission factor of 12 kg an^{-1} a^{-1} CH_4 is used.

According to IPCC(2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than ± 30 % and may be uncertain to ± 50 %. The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard error (normal distribution).

CH_4 aus der Verdauung wird nach dem Stufe-1-Verfahren (siehe Kapitel 3.3.2) berechnet.

Entsprechend dem Verhältnis im Bedarf an verdaulicher Energie (siehe Kapitel 7.3.1) wird für Kleinpferde und Ponys eine gegenüber Großpferden um ein Drittel geringere Energieaufnahme und entsprechend ein Emissionsfaktor von 12 kg an^{-1} a^{-1} CH_4 angenommen.

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden. Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardfehler) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

7.3.3 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 procedure, see Chapter 3.3.4.1.

The VS excretion rate is derived from that of heavy horses (see Chapter 7.2.3) according to the reduction of the energy input (see Chapter 7.3.1) and amounts to 1.38 kg pl^{-1} d^{-1} VS.

Methane producing capacity B_o and the Methane conversion factors *MCF* are listed in Table 7.1 (Chapter 7.1.2).

With respect to the uncertainty of the emission factor calculated it has to be considered that the calculation procedure relies on default VS excretion, which is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Bestimmung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren (siehe Kapitel 3.3.4.1) angewandt.

Die VS-Ausscheidungen werden analog zur Reduktion des Energiebedarfs (siehe Kapitel 7.3.1) aus den VS-Ausscheidungen der Großpferde (siehe Kapitel 7.2.3 abgeleitet und betragen 1,38 kg pl^{-1} d^{-1} VS.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o und die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* sind in Table 7.1 (Kapitel 7.1.2) aufgelistet.

Hinsichtlich der Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors ist zu berücksichtigen, dass das Rechenverfahren Default-VS-Ausscheidungen verwendet. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Für Stufe-1-Verfahren gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen

7.3.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

7.3.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

According to DLG (2005), pg 55, light horses with a weight of 300 kg an^{-1} with mixed stabling and grazing and occasional work excrete 33.4 kg pl^{-1} a^{-1} N. 0.40 kg kg^{-1} are assumed to be TAN. A fraction of 0.6 kg kg^{-1} is assumed to be TAN (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the properties of straw and the mineralization of organic N to TAN see Chapter 3.3.4.3.2. Due to lack of data 5 kg pl^{-1} d^{-1} of straw fresh matter containing $24.9 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N or $12.5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN are used in relation to the amount used with heavy horses.

For the emission factors see Chapter 7.1.3.

For indirect N_2O emissions from manure management see Chapter 7.1.3.

Nach DLG (2005), S. 55, werden von Reitponys bei gemischter Stall-/Weidehaltung (Gewicht 300 kg an^{-1}) und leichter Arbeit 33,4 kg pl^{-1} a^{-1} N ausgeschieden. Der TAN-Anteil beträgt 0,6 kg kg^{-1} (EMEP (2013)-3B-27, Table 3.7).

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh und der Mineralisierung von organisch gebundenem N zu TAN wird auf Kapitel 3.3.4.3.2 verwiesen. In Ermangelung von Daten werden in Relation zu den Großpferden 5 kg pl^{-1} d^{-1} Strohfrischmasse bzw. $24{,}9 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} N angenommen (entsprechend $12{,}5 \cdot 10^{-3}$ kg pl^{-1} a^{-1} TAN).

Zu den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 7.1.3.

Zu Indirekten N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 7.1.3.

7.3.6 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 7.6 (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). Due to lower weights compared with heavy horses the EFs for mules and asses are used.

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 7.6 angegeben (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). Aufgrund des verglichen mit Großpferden geringeren Gewichts werden die EFs für Esel und Maultiere verwendet.

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 7.6: Light horses and ponies, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.34	0.16	0.10

Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4

7.3.7 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 7.7: Light horses and ponies, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.19	
		CH_4 manure management	EM1005.19	
		NMVOC	EM1007.19	
		NH_3	EM1009.19	
		N_2O	EM1009.49	
		NO	EM1009.79	
		TSP	EM1010.19	
		PM_{10}	EM1010.49	
		$PM_{2.5}$	EM1010.79	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.22	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.19	
		CH_4 manure management	IEF1005.19	
		NMVOC	IEF1007.19	
		NH_3	IEF1009.18	
		N_2O	IEF1009.46	
		NO	IEF1009.74	
		TSP	IEF1010.18	
		PM_{10}	IEF1010.46	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.74	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.204	AI1005PSH.212

7.4 Equidae – collective description / Equiden - zusammenfassende Daten

7.4.1.1 *Animal weight and energy intake / Tiergewicht und Energieaufnahme*

The mean weight of all equids is derived from the weights of the two subcategories "heavy horses" and "light horses/ponies" weighted with the respective animal numbers. Asses and mules are included, see Chapter 7.1. The mean weight varies only slightly from year to year. Averaging over the time series yields ca. 490 kg an^{-1}.

The mean gross energy (GE) intake of all equidae is calculated in analogy to the above described approach. The result is a value of 101 MJ pl^{-1} d^{-1}.

These mean values do, due to the simple calculation methods used, not affect the emission results.

Das mittlere Gewicht aller Equiden ergibt sich aus der tierzahlgewichteten Mittelung über die beiden Unterkategorien „Großpferde" und „Kleinpferde/Ponys". Esel und Maultiere sind darin enthalten, siehe Kapitel 7.1. Die Variation des mittleren Gewichtes von Jahr zu Jahr ist sehr gering. Der Mittelwert seit 1990 beträgt ca. 490 kg an^{-1}.

In analoger Weise erhält man als mittlere Aufnahme an Gesamtenergie (GE) aller Equiden von 101 MJ pl^{-1} d^{-1}.

Diese Mittelwerte sind wegen der Einfachheit der verwendeten Methoden ohne Einfluss auf die Emissionsberechnung.

7.4.1.2 *Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen*

The mean excretions of VS and N are calculated as follows (weighted mean):

Die mittleren VS- und N-Ausscheidungen werden wie folgt berechnet (gewichtetes Mittel):

$$VS_{\text{mean, horses}} = \frac{n_{\text{ho}} \cdot VS_{\text{mean, ho}} + n_{\text{po}} \cdot VS_{\text{mean, po}}}{n_{\text{ho}} + n_{\text{po}}} \quad \textbf{(7.1)}$$

$$m_{\text{excr, mean, horses}} = \frac{n_{\text{ho}} \cdot m_{\text{excr, mean, ho}} + n_{\text{po}} \cdot m_{\text{excr, mean, po}}}{n_{\text{ho}} + n_{\text{po}}} \quad \textbf{(7.2)}$$

$VS_{\text{mean, horses}}$	mean amount of VS excreted by horses (in kg pl^{-1} a^{-1} VS)
n_{ho}	number of heavy horses (in pl)
$VS_{\text{mean, ho}}$	mean amount of V excreted by heavy horses (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$VS_{\text{mean, po}}$	mean amount of V excreted by light horses, ponies, asses and mules (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
n_{po}	number of light horses, ponies, asses and mules (in pl)
$m_{\text{excr, mean, horses}}$	mean amount of N excreted by horses (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{excr, mean, ho}}$	mean amount of N excreted by heavy horses (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{excr, mean, po}}$	mean amount of N excreted by light horses, ponies, asses and mules (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

7.4.1.3 *Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten*

Table 7.8 shows a comparison of relevant data between countries the agricultural practice of which is similar to German conditions.

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports.

The German VS excretion lies in between the 1996 and the 2006 IPCC default value. Apart from Denmark, Belgium and Netherlands with their unreproducable high values all other countries use the 1996 IPCC default value of VS excretions.

The reported N excretions vary considerably. The German value is one of the highest. The differences can not be explained on basis of the information available.

In Table 7.8 zeigt eine Gegenüberstellung relevanter Daten für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung 2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen.

Die deutsche VS-Ausscheidung liegt zwischen den Defaultwerten von IPCC (1996) und IPCC (2006). Abgesehen von den an dieser Stelle nicht nachvollziehbar hohen dänischen, belgischen und niederländischen Werten verwenden die übrigen Staaten, die die VS-Ausscheidungen angeben, den IPCC (1996)-Defaultwert.

Die N-Ausscheidungen variieren stark, wobei Deutschland am oberen Ende der Skala liegt. Eine Erklärung dieser Unterschiede ist mit den vorliegenden Informationen nicht möglich.

The comparison of the IEF for CH_4 from enteric fermentation ($CH_{4,\ ent}$) reveals that German data fall below all other data. This results from the fact that a considerable number of German horses is rated as light horses or ponies, while the data underlying the respective default emission factor value applies to heavy horses only.

CH_4 emission factors from manure management ($CH_{4,\ MM}$) and NH_3 emission factors differ considerably between the various states.

Der IEF für CH_4 aus der Verdauung ($CH_{4,\ ent}$) ist in Deutschland geringer als in den benachbarten Ländern. Dies ergibt sich daraus, dass in Deutschland eine erheblicher Anteil der Pferde aus Kleinpferden und Ponys besteht, während die den Default-Werten zu Grunde liegenden Leistungsdaten nur für Großpferde zutreffen.

Die CH_4-Emissionsfaktoren für Wirtschaftsdünger-Management ($CH_{4,\ MM}$) und die NH_3-Emissionsfaktoren der einzelnen Staaten unterscheiden sich erheblich.

Table 7.8: Horses, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM)

	mean animal weight	VS excretion	N excretion	*IEF*				
				$CH_{4,\ ent}$	$CH_{4,\ MM}$	NH_3	N_2O	NO
	kg an^{-1} d^{-1}	kg pl^{-1} d^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}
Austria	NA	NA	47.90	18.00	1.39	5.10		
Belgium	500	5.00	57.89	18.00	3.49	5.43		
Czech Republic	NA	NA	25.00	18.00	1.39	4.21		
Denmark	600	3.65	39.56	21.81	2.95	5.77		
France	NA	1.72	60.22	21.80	1.39	16.40		
Germany	**490**	**1.95**	**48.77**	**16.56**	**2.57**	**24.96**	**1.06**	**0.145**
Netherlands	NE	2.32	49.40	18.00	1.97	2.58		
Poland	238	1.72	28.03	18.00	1.39	9.73		
Switzerland	NA	1.72	43.73	17.70	1.39	10.59		
United Kingdom	NE	1.72	50.00	18.00	1.39	3.94		
IPCC (1996)-3-4.10, 4.12, 4.47, Western Europe, cool region, developed countries	238	1.72		18.00	1.39			
IPCC (2000)-4.45			50.00			8.00		
IPCC (2006)-10.28, 10.59, 10.82, Western Europe, cool region, developed	550 (Tier 1) 377 (Tier 2)	2.13	52.20 [a]	18.00	1.56			
EMEP (2009)-4.B-26, 62 and EMEP (2013)-3B-14, 15, 27			47.50			14.80		0.131

Sources: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC (2014), CRF Table 4.A, 4.B; CEIP (2014) NFR
[a] calculated according to IPCC (2006) using the IPCC default animal weight

7.4.2 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 7.9: Horses, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation	EM1004.20	
		CH_4 manure management	EM1005.20	
		NMVOC	EM1007.20	
		NH_3	EM1009.20	
		N_2O	EM1009.50	
		NO	EM1009.80	
		TSP	EM1010.20	
		PM_{10}	EM1010.50	
		$PM_{2.5}$	EM1010.80	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.23	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation	IEF1004.20	
		CH_4 manure management	IEF1005.20	
		NMVOC	IEF1007.20	
		NH_3	IEF1009.19	
		N_2O	IEF1009.47	
		NO	IEF1009.75	
		TSP	IEF1010.19	
		PM_{10}	IEF1010.47	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.75	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.213	AI1005PSH.229
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.78	EXCR.80

8 Poultry / Geflügel

8.1 Formation of subcategories / Untergliederung in Subkategorien

For greenhouse gases, emissions have to be reported for poultry as a single category. For air pollutants, a differentiation has to be made between laying hens, broilers, turkeys and “other poultry”.

Differences in housing and feeding of the subcategories result in considerable differences in the respective emission generating processes within poultry production. Therefore, emissions are calculated separately for each subcategory. In addition, for turkeys, male and female animals are considered. The results obtained are finally aggregated to serve the reporting obligations (see Chapter 8.9).

Treibhausgasemissionen sind für Geflügel insgesamt zu berichten. Bei den luftverschmutzenden Gasen und Stoffen ist nach Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Puten sowie „anderes Geflügel“ zu unterscheiden.

Bedingt durch unterschiedliche Haltung und Fütterung weisen alle Geflügel-Unterkategorien ein unterschiedliches Emissionsverhalten auf. Um diesem Umstand gerecht zu werden, erfolgt die Emissionsberechnung zunächst getrennt nach Unterkategorien, wobei zusätzlich noch zwischen männlichen und weiblichen Puten unterschieden wird. Die Ergebnisse werden anschließend den Berichtspflichten entsprechend aggregiert, siehe Kapitel 8.9.

Table 8.1: Poultry, categorisation and characterisation

Animal category according to German census			Animal categories used in this inventory			
type		category	type	category	weight 1	weight 2
AA	Legehennen (6 Monate und älter)	laying hens ≥ 6 months	lh	laying hens	$w_{start, lh}$	$w_{fin, lh}$
AB	Junghennen (Jung- und Legehennen bis 6 Monate)	pullets (pullets and laying hens < 6 months)	pu	pullets	45 g an^{-1}	$w_{start, lh}$
AC	Schlacht- und Masthähne und –hühner sowie sonstige Hähne einschl. der hierfür bestimmten Küken	hens and cocks produced for slaughtering	br	broilers	—	—
AD	Gänse	geese	ge	geese	7 kg an^{-1}	
AE	Enten	ducks	du	ducks (Peking ducks)	3 kg an^{-1}	
AF	Truthühner	turkeys	tm	turkeys, males	60 g an^{-1}	$w_{fin, tm}$
			tf	turkeys, females		$w_{fin, tf}$

weight 1: weight at the beginning of the respective period, weight 2: weight at the end of the respective period; w_{start}: variable start weight, weight w_{fin}: variable final weight

8.2 Emission factors used for all poultry subcategories / Für alle Geflügel-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren

Due to lack of data, the inventory does not distinguish between dried excretions and poultry farmyard manure: als poultry manure is considered to be farmyard manure. While this simplification is of no significance for the N_2O emissions (because of the undifferentiated emission factors), the NH_3 emissions from poultry farmyard manure are higher than from dried excretions. Hence the inventory is likely to overestimate NH_3 emissions to some extent.

Aufgrund fehlender Daten wird nicht zwischen Trockenkot und Geflügelmist unterschieden: Der gesamte Geflügel-Wirtschaftsdünger wird als Geflügelmist angesehen. Für die N_2O-Emissionen ist diese Unterscheidung mangels differenzierter Emissionsfaktoren zwar ohne Bedeutung; für NH_3 wird dagegen der gesamte Wirtschaftsdünger aus der Geflügelhaltung in konservativer Weise als der emissionsreichere Geflügelmist angesehen.

8.2.1 N_2O, NO and N_2 from housing and storage / N_2O, NO und N_2 aus Stall und Lager

According to IPCC (2006) there are two different categories of N_2O emissions from animal husbandry: Direct emissions from the compartments housing and storage, and indirect emissions. The German inventory considers only the indirect emissions due to deposition of reactive nitrogen that is a consequence of emissions of NH_3 and NO from the compartments housing and storage, see Chapter 3.3.4.3.6.

Nach IPCC (2006) werden der Tierhaltung neben direkten N_2O-Emissionen aus dem Bereich Stall/Lager auch indirekte N_2O-Emissionen zugeordnet. Im deutschen Inventar werden dabei lediglich die indirekten Emissionen aufgrund der Deposition von reaktivem Stickstoff berücksichtigt, die auf die Emissionen von NH_3 und NO aus dem Bereich Stall/Lager zurückgeht. Siehe dazu auch Kapitel 3.3.4.3.6.

The emission factor for direct N_2O is a combined factor for house and storage. The data used are taken from IPCC(2006)-10.63. The emission factors for NO and N_2 are derived from the N_2O emission factor, see Chapter 3.3.4.3.5.

The emission factors are related to the sum of nitrogen excreted and N input with bedding material.

The resulting partial emission factors for N_2O, NO and N_2 from storage, which are used for all poultry categories in the inventory, are listed in Table 8.2.

According to IPCC (2006), the anaerobic digestion of manue represents a separate type of manure storage. This storage type, however, in the German methodology, consists of three compartments: pre-stoage, digester, storage of digestates. The effective emission factor of this combination is not a constant and must be calculated (see Chapter 3.3.4.4).

Der Emissionsfaktor für direktes N_2O fasst die Emissionen aus Stall und Lager zusammen und wurde IPCC(2006)-10.63 entnommen. Die Emissionsfaktoren für NO und N_2 werden aus dem N_2O-Emissionsfaktor abgeleitet, siehe Kapitel 3.3.4.3.5.

Die Emissionsfaktoren beziehen sich auf die Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem N.

Die resultierenden, für alle Geflügelkategorien einheitlichen partiellen Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 sind in Table 8.2 angegeben.

Die Vergärung von Wirtschaftsdünger wird nach IPCC (2006) als eigenständiger Lagertyp aufgefasst. Dieser umfasst im deutschen Inventar prinzipiell die drei Komponenten Vorlager, Fermenter und Gärrestelager. Der effektive Emissionsfaktor für diese Kombination ist nicht konstant und muss berechnet werden (siehe Kapitel 3.3.4.4).

Table 8.2: Poultry, partial emission factors for N_2O-N, NO-N, and N_2-N from housing and storage (applied to N_{excr} + N_{straw})

N_2O	poultry manure	Geflügelkot	0.001	kg kg^{-1}
NO	poultry manure	Geflügelkot	0.0001	kg kg^{-1}
N_2	poultry manure	Geflügelkot	0.003	kg kg^{-1}

Source: see text

For the N_2O emission factor, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to the emission factor s of NO and N_2.

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for N_2O, NO, and N_2 from manure management are described in Chapter 14.4.

IPCC(2006)-10.63 beschreibt den Unsicherheitsbereich des N_2O-Emissionsfaktors mit einem Faktor 2. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für die Emissionsfaktoren von NO und N_2 angenommen.

Die Unsicherheiten der aggregierten Emissionsfaktoren (IEF) für N_2O, NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in Kapitel 14.4 beschrieben.

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N2O siehe Kapitel 12.1.

8.2.2 NH_3 emission factors / NH_3-Emissionsfaktoren

The NH_3 emission factors for housing and storage are different for the different poultry categories. Hence, these emission factors are dealt with separately in the respective sub-chapters of the poultry chapters.

The partical NH_3 emission factors used for spreading are identical for each of the various poultry categories (see Table 8.3). They refer to UAN which is in the inventory equated with TAN (see Chapter 3.3.3.2).

Die NH_3-Emissionsfaktoren für Stall und Lager unterscheiden sich für die verschiedenen Geflügelkategorien. Sie werden daher in den nachfolgenen Geflügel-Kapitel gesondert behandelt.

Die partiellen NH_3-Emissionsfaktoren für die Ausbringung sind für die verschiedenen Geflügelkategorien gleich, siehe Table 8.3. Sie beziehen sich auf UAN, welches mit TAN gleich gesetzt wird, siehe Kapitel 3.3.3.2.

Table 8.3: Poultry, emission factors for NH_3 from application of poultry manure (related to UAN)

Application type	Ausbringungstechnik	Emission factor (kg kg^{-1})
broadcast, without incorporation	Breitverteiler, ohne Einarbeitung	0.90
broadcast, incorporation ≤ 1 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 1 h	0
broadcast, incorporation ≤ 4 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 4 h	0.18
broadcast, incorporation ≤ 12 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 12 h	0.396
broadcast, incorporation ≤ 24 h	Breitverteiler, Einarbeitung ≤ 24 h	0.45

calculated according to Döhler et al. (2002), S. 78, completed (expert judgement KTBL)

For the uncertainty of the NH_3 emission factors, the uncertainties given in EMEP(2007)-B-1090.19, i.e. 30 %, are assumed.

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH_3 from manure management are described in Chapter 14.5.

Für die Unsicherheit der NH_3-Emissionsfaktoren wird der in EMEP(2003)-B-1090.19 angegebene Wert von 30 % angenommen.

Die Unsicherheiten der aggregierten Emissionsfaktoren (IEF) für NH_3 aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in Kapitel 14.5 beschrieben.

8.3 Laying hens / Legehennen

Female chickens in their reproductive phase are called laying hens.

The laying period of hens begins when they are about 18 weeks old. The lifespan before is dealt with in Chapter 8.5 (pullets).

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 8.4.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Weibliche Hühner in der reproduktiven Phase werden als Legehennen bezeichnet.

Die Legeperiode von Hennen beginnt, wenn sie etwa 18 Wochen alt sind. Zuvor werden die Tiere als Junghennen bezeichnet (siehe Kapitel 8.5)

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.4 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 8.4: Laying hens, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation		no method
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

8.3.1 Animal numbers / Tierzahlen

Poultry numbers have been surveyed in each agricultural-structure surveys, i.e. until 1996 in each even year, from 1999 to 1997 in each odd year, 2010 in the LZ 2010 census (STATLA C III 1 – vj 4, see also Chapter 3.4.2.1), and 2013 in an agricultural-structure survey. For 2011 and 2012 no official poultry numbers are available. They were estimated by linear interpolation between 2010 and 2013.

Geflügelzahlen wurden in jeder Agrarstrukturerhebung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren, 1999 bis 2007 in allen ungeraden Jahren, 2010 in der LZ 2010 (STATLA C III 1 – vj 4, siehe auch Kapitel 3.4.2.1) und 2013 in einer Agrarstrukturerhebung. Für 2011 und 2012 stehen keine offiziellen Geflügelzahlen zur Verfügung. Sie wurden durch lineare Interpolation zwischen 2010 und 2013 geschätzt.

The German census differentiates hens according to animal age: Hens younger than 0.5 a and hens older than 0.5 a, see Table 8.1 for details. The younger class of age (AB) comprises those hens which are not yet in production. However, emission calculations presuppose animal categories which are homogeneous with respect to performance. Therefore, a correction of the official numbers of laying hens is needed. This correction assumes that the number of pullets produced equals the number of hens slaughtered. In addition, the sum of categories AA and AB in Table 8.1 is equal to the sum of pullets and hens. This leads to the following equation for laying hen numbers n_{lh}:

Bei der Erhebung der Legehennenzahlen wird in Deutschland danach unterschieden, ob die Tiere jünger oder älter als ein halbes Jahr sind (vgl. Table 8.1). Die jüngere Altersklasse AB umfasst dabei auch die noch nicht im Legeprozess befindlichen Junghennen. Für eine an der Leistung orientierte Emissionsberechnung ist daher eine Modifizierung der Tierzahlen erforderlich. Dazu wird angenommen, dass genau so viele Junghennen aufgezogen werden, dass frei werdende Legehennenplätze wieder besetzt werden können. Außerdem sollen die modifizierten Zahlen von Jung- und Legehennen in der Summe den Tierzahlen der Kategorien AA und AB in Table 8.1 entsprechen. Daraus resultiert für die Legehennenzahl n_{lh}:

$$n_{lh} = (n_{AA} + n_{AB}) \cdot \frac{\tau_{round,lh}}{\tau_{round,lh} + \tau_{round,pu}} \qquad \textbf{(8.1)}$$

n_{lh}	number of laying hen places considered
n_{AA}	animal place numbers of type AA in the German census, see Table 8.1
n_{AB}	animal place numbers of type AB in the German census, see Table 8.1
$\tau_{round,\ pu}$	duration of round for pullets ($\tau_{round,\ pu}$ = 142 d), see Chapter 8.3.2
$\tau_{round,\ lh}$	duration of round for laying hens ($\tau_{round,\ lh}$ = 441 d) , see Chapter 8.3.2

For poultry numbers a standard error of 5 % is assumed (normal distrubution). Then half the 95 % confidence interval is 10 %.

Für Geflügelzahlen wird ein Standardfehler von 5 % angenommen (Normalverteilung). Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt 10 %.

8.3.2 Data on laying hen husbandry and egg production / Haltungs- und Legeleistungsdaten

The lifespan ($\tau_{lifespan,\ lh}$) of the animal category „laying hen " is assumed to be 434 d (KTBL, 2004, pg. 481). For the recalculation of animal numbers (see Chapter 8.3.1) theduration of production cycle is needed: $\tau_{round,\ lh}$ = 441 d (KTBL, 2004, pg. 481).

Table 8.5 shows the data available on staring weight and final live weight as well as on egg production rates and egg weights. Due to limited space, every other year is omitted in the 1990ies.A spatial differentiation is not possible. Hence, the data set is used as constant on the national level.

Die Lebensdauer ($\tau_{lifespan,\ lh}$) in der Tierkategorie „Legehenne“ wird mit 434 d angesetzt (KTBL, 2004, S. 481). Die für die Umrechnung der Tierzahlen in Kapitel 8.3.1 benötigte Durchgangsdauer wird mit $\tau_{round,\ lh}$ = 441 d gerechnet (KTBL, 2004, S. 481).

Table 8.5 zeigt die verfügbaren Daten zu Anfangs- und Endgewicht sowie zu Legeleistung und Eigewicht. Aus Platzgründen wurde dabei in den 1990er Jahren jedes zweite Jahr weggelassen. Eine räumliche Differenzierung ist nicht möglich, weshalb die Daten im Inventar bundesweit verwendet werden.

Table 8.5: Laying hens, performance data

quantity [a]	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
w_{start}	1.550	1.520	1.370	1.360		1.276		1.245		1.303					1.323	1.293	1.293		
w_{fin}	2.070	2.070	1.960	1.860		1.799		1.733		2.026	1.945	1.927	1.933	1.887	1.903	1.850	1.850		
eggs produced	269.9	273.9	275.9	282.5	286.2	289.4	288.4	288.1	289.4	291.4	289.0	291.6	296.0	298.7	293.1	294.4	297.5	298.2	
egg weight	64.6	65.4	64.4	63.1		62.6		63.8		65.3	66.0	64.0	63.4	62.8	64.4	64.4	64.4		

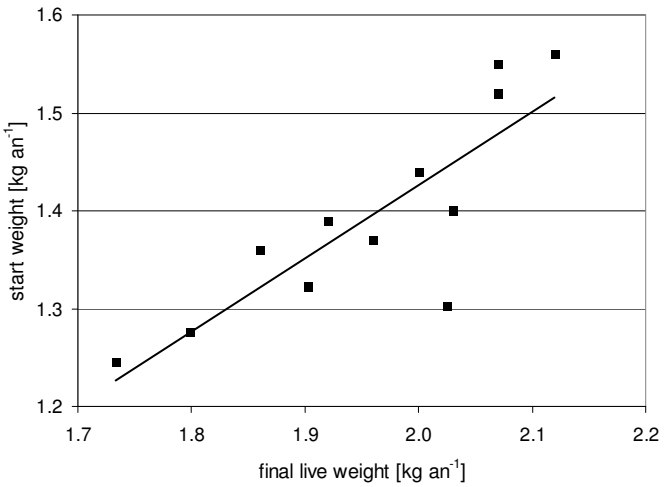
[a] Units: (live weights in kg an^{-1}; average number of eggs produced per hen in eg pl^{-1} a^{-1}; mean egg weight in g eg^{-1}

Sources: Egg production rates are primary statistical data (for 1990, 1991, and 1992 from the old Federal States only), taken from annual reports (STATBA FS 3, R 4). All other data are taken from official laying hens performance contests or similar publications: HARTMANN and HEIL (1992), HEIL and HARTMANN (1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000), ANONYMUS (2001a, 2003, 2005, 2007a, 2007b, 2007c), WIEDMANN and DAMME (2008), DAMME (2009), URSELMANS and DAMME (2011), URSELMANS and DAMME (2012)

Final live weight data gaps are closed by interpolation. Missing start weight data are reconstructed by use of the linear regression displayed in Figure 8.1, while the gaps in the time series of mean egg weights are closed by the linear regression derived in Figure 8.2. The gap at the end of the times series is not closed by extrapolation but by continuation of the 2009 data. This avoids the adverse effect of interannual variations for the subsequent years.

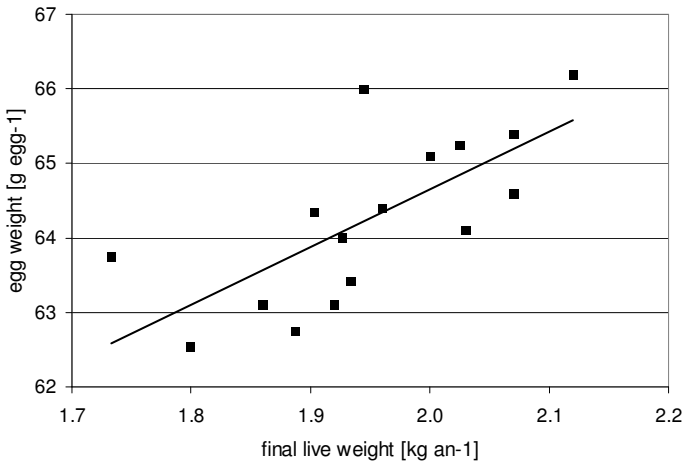
Die Lücken der Endgewichte werden durch Interpolation gefüllt. Der Ersatz der fehlenden Angaben bei den Anfangsgewichten beruht auf der in Figure 8.1 gezeigten Regression. Lücken in der Zeitreihe der mittleren Eigewichte werden mit Hilfe der Regression aus Figure 8.2 geschlossen. Lücken am Ende der Zeitreihen werden, um interannuelle Schwankungen in nachfolgenden Jahren nicht zu verstärken, nicht durch Extrapolation, sondern durch Fortschreibung geschätzt.

Figure 8.1: Laying hens, relation between weight at the beginning of egg production period and final live weight



data taken from Table 8.5 for 1990 - 2009; linear regression: slope 0.7487 kg kg^{-1}, intercept = -0.071 kg, R^2 = 0.707

Figure 8.2: Laying hens, relation between mean egg weight and final live weight



data taken from Table 8.5 for 1990 - 2009; linear regression: slope 7.7205 g kg^{-1}, intercept = 49.209 kg, R^2 = 0.50

8.3.3 Energy requirements / Energiebedarf

8.3.3.1 *Metabolisable energy / Umsetzbare Energie*

The overall requirements of daily metabolisable energy requirements per place (averaged over the lifespan as laying hen) are given by the following relation:

Für den über die Lebensdauer als Legehenne gemittelte Tagesbedarf an metabolisierbarer Energie pro Tierplatz gilt:

$$ME_{lh} = ME_{m} + ME_{f} + ME_{egg} + ME_{g} \quad \textbf{(8.2)}$$

ME_{lh}	daily requirements of metabolisable energy (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_{m}	daily metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_{f}	daily metabolisable energy needed to obtain food (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_{egg}	daily metabolisable energy for egg production (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_{g}	daily metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)

The subsequent detailed calculations of ME_m, ME_f, ME_{egg}, and ME_g are based on information provided in GFE (2000, in particular equation 1.2.4.1 and context).

Die nachstehend beschriebene Berechnung der Teilenergien ME_m, ME_f, ME_{egg} und ME_g beruht auf Angaben in GFE (2000, s. Gl. 1.2.4.1 und Kontext).

8.3.3.2 *Metabolisable energy required for maintenance / Erhaltungsenergie*

The calculation of ME_m takes ambient temperatures into account. ME_m is calculated as follows:

Die Berechnung von ME_m erfolgt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur gemäß

$$ME_{m} = \left(\eta_{ME,\,m} + \eta_{ME,\,mt}\right) \cdot \frac{1}{\tau_{lifespan,\,lh}} \cdot \Sigma W \quad \textbf{(8.3)}$$

ME_m	daily metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
$\eta_{ME,\,m}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance ($\eta_{ME,\,m}$ = 0,48 MJ kg^{-1} d^{-1} ME, cf. GFE, 2000, eq. 1.2.4.1)
$\eta_{ME,\,mt}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance under low temperature conditions (in MJ kg d^{-1} ME), see below
$\tau_{lifespan,\,lh}$	lifespan of laying hens (in d), see Chapter 8.3.2
ΣW	cumulative metabolic weight (in kg d an^{-1})

With $\eta_{ME,\,mt} > 0$ it is possible to account for an increased energy requirement due to low ambient temperatures (GFE, 2000, p. 28; HAENEL et al., 2010, p. 275). However, as laying hens in Germany are predominantly kept in insulated houses with forced ventilation, the inventory uses $\eta_{ME,\,mt} = 0$.

Mit $\eta_{ME,\,mt} > 0$ kann ein Mehrbedarf an Energie bei niedrigen Umgebungstemperaturen berücksichtigt werden (GFE, 2000, p. 28; HAENEL et al., 2010, p. 275). Da der bei weitem überwiegende Teil der Legehennen in Deutschland in wärmeisolierten und zwangsbelüfteten Ställen lebt, wird im Inventar mit $\eta_{ME,\,mt} = 0$ gerechnet.

According to HAENEL and DÄMMGEN (2007 b), ΣW is a function of $w_{start,\ lh}$ and $w_{fin,\ lh}$, combined with a characteristic time parameter $\tau_{char,\ g,\ lh}$. ($\tau_{char,\ g,\ lh}$ = 56 d). $\tau_{char,\ g,\ lh}$ is based on a lifespan of $\tau_{lifespan,\ lh}$ = 434 d.

Nach HAENEL und DÄMMGEN (2007 b) wird ΣW als Funktion von Start- und Endgewicht mit Hilfe eines charakteristischen Zeitparameters ($\tau_{char,\ g,\ lh}$ = 56 d) berechnet, der sich auf die Lebensdauer $\tau_{lifespan,\ lh}$ = 434 d bezieht.

$$\Sigma W = w_{\mathrm{m,\ ref}} \cdot \left[\tau_{\mathrm{char,\ g,\ lh}} \cdot \left(\frac{w_{\mathrm{start}}}{w_{\mathrm{ref}}} \right)^{0.75} + \left(\tau_{\mathrm{lifespan}} - \tau_{\mathrm{char,\ g,\ lh}} \right) \cdot \left(\frac{w_{\mathrm{fin}}}{w_{\mathrm{ref}}} \right)^{0.75} \right] \quad \textbf{(8.4)}$$

ΣW	cumulative metabolic weight (in kg d an^{-1})
$w_{m,\ ref}$	reference weight ($w_{m,\ ref}$ = 1 kg an^{-1})
$\tau_{char,\ g,\ lh}$	characteristic time scale of growth (in d)
w_{start}	animal weight at the beginning of egg production (in kg an^{-1})
$\tau_{lifespan,\ lh}$	lifespan of laying hens (in d), see Chapter 8.3.2
w_{fin}	animal weight at the end of egg production (in kg an^{-1})

8.3.3.3 *Metabolisable energy needed to obtain food / Energiebedarf für Nahrungsaufnahme*

Net energy requirements for obtaining food ME_f are a function of the mobility of the animals in the respective house. It is reflected by a factor c_{house} which expresses the surplus in comparison to cages or small group housing systems.

Bei Legehennen wird der mittlere tägliche Energiebedarf ME_f für die Nahrungsaufnahme mit der Bewegungsmöglichkeit in dem jeweiligen Haltungssystem verbunden und als Mehrbedarf gegenüber einer Käfighaltung bzw. Kleingruppenhaltung ausgedrückt:

$$ME_{\mathrm{f}} = (c_{\mathrm{system}} - 1) \cdot (ME_{\mathrm{m}} + ME_{\mathrm{egg}} + ME_{\mathrm{g}}) \quad \textbf{(8.5)}$$

ME_f	metabolisable energy needed to obtain food (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
c_{system}	correction factor for different housing systems (in MJ MJ^{-1})
ME_m	metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_{egg}	metabolisable energy for egg production (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_g	metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)

According to GFE (2000, pg. 29), c_{system} = 1.00 MJ MJ^{-1} for tempered cages or small group housing systems, 1.10 MJ MJ^{-1} for a deep bedding house, and 1.15 MJ MJ^{-1} for free range hens. For aviaries no values are known. Any correction should be similar to the one used for deep bedding houses. Thus, a factor c_{system} = 1.10 MJ MJ^{-1} is used for aviaries.

Der Parameter c_{system} beträgt nach GFE (2000, S. 29) 1,00 MJ MJ^{-1} für temperierte Käfighaltung bzw. Kleingruppenhaltung, 1,10 MJ MJ^{-1} für Bodenhaltung und 1,15 MJ MJ^{-1} für Freilandhaltung. Für Volierenhaltung ist kein Wert bekannt. Er dürfte dem der Bodenhaltung am nächsten kommen und wird deshalb mit 1,10 MJ MJ^{-1} angesetzt.

8.3.3.4 *Metabolisable energy needed for egg production / Energiebedarf für Eiproduktion*

The mean daily requirements is calculated from the mean weight per egg, the mean number of eggs laid per day and the specific energy requirement η_{egg}:

Der mittlere tägliche Bedarf berechnet sich aus der mittleren Masse eines Eies, der mittleren Eizahl pro Tag und einem spezifischen Energiebedarf η_{egg} nach:

$$ME_{\mathrm{egg}} = \eta_{\mathrm{ME,\ egg}} \cdot \frac{n_{\mathrm{eggs}}}{\alpha} \cdot \mu_{\mathrm{egg}} \quad \textbf{(8.6)}$$

ME_{egg}	metabolisable energy required for egg production (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
$\eta_{ME,\ egg}$	specific metabolisable energy required for egg production ($\eta_{ME,\ egg}$ = 9.6 MJ kg^{-1} ME, cf. GFE, 2000, eq. 1.2.4.1)
n_{eggs}	number of eggs per place and **year** (in eg pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 8.3.2
α	time units conversion factor (α = 365 d a-1)
μ_{egg}	average egg mass (in kg eg^{-1}), see Chapter 8.3.2

8.3.3.5 *Metabolisable energy for growth / Energiebedarf für Wachstum*

The mean daily requirements result from mean weight gain and the specific energy comsumption for growth:

Der mittlere tägliche Bedarf ergibt sich aus der mittleren Gewichtszunahme und dem spezifischen Energiebedarf:

$$ME_g = \eta_{ME,\,g} \cdot \frac{\Delta w_{lh}}{\tau_{lifespan,\,lh}} \qquad \textbf{(8.7)}$$

ME_g	metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
$\eta_{ME,\,g}$	specific metabolisable energy required for growth ($\eta_{ME,\,g}$ = 23 MJ kg^{-1} ME, cf. GfE, 2000, eq. 1.2.4.1)
Δw_{lh}	weight gain during lifespan as laying hen, according to Chapter 3.1.2.5 (in kg an^{-1})
$\tau_{lifespan,\,lh}$	lifespan of laying hens (in d), see Chapter 8.3.2

8.3.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Feed requirements are derived from the postulation that the energy intake with feed meet the energy requirements of the animal. The feed characteristics used in this inventory are collated in Table 8.6 (adopted from HAENEL and DÄMMGEN, 2007b). These data represent a typical single-phase diet composition (except for NP reduced feed). Due to the lack of frequency distribution data, multi-phase feeding cannot be accounted for in the inventory. The same holds for the use of NP reduced feed.

Der Futterbedarf ergibt sich aus der Forderung, dass die mit dem Futter aufgenommene Energie dem tierischen Energiebedarf entsprechen soll. Zu den im Inventar verwendeten Futterkennwerten siehe Table 8.6 (aus HAENEL und DÄMMGEN, 2007b). Es handelt sich, mit Ausnahme des Rohproteingehaltes bei NP-reduzierter Fütterung, um Kennwerte eines typischen Einphasen-Futters. Mehrphasenfütterung kann im Inventar mangels Daten zur Verbreitung nicht berücksichtigt werden. Das Gleiche gilt für die NP-reduzierte Fütterung.

Table 8.6: Laying hens, diets used in laying hen feeding, related energies and crude protein content

The specific energies η_{GE} (gross energy), η_{DE} (digestible energy) and η_{ME} (metbolizable energy) as well as the contents of crude protein (X_{XP}) and ash (x_{ash}) are related to dry matter. X_{DOM} is the digestibility of organic matter.

Major components	η_{GE} in MJ kg^{-1}	η_{DE} in MJ kg^{-1}	η_{ME} in MJ kg^{-1}	X_{XP} in kg kg^{-1}	X_{DOM} in kg kg^{-1}	x_{ash} in kg kg^{-1}
wheat, soybean meal, maize, wheat bran, vegetable fat	15.37	12.15	11.26	0.172	0.713	0.145

Sources:
- Feed composition and overall ash content: DEUKA DEUTSCHE TIERNAHRUNG GMBH & CO. KG (Kleine-Klausing, private communication)
- Energy content, XP content, ash content and digestibility of organic matter in normal feed components: BEYER et al. (2004)
- XP content of N reduced feed: KTBL (2004), cf. discussion in HAENEL and DÄMMGEN (2007b)

Due to lack of information, the values presented in Table 8.6 are assumed to be constant with time and space.

From the data in Table 8.6 follows a digestibility of energy $X_{DE,\,lh}$ = 0.791 MJ MJ^{-1} and a metabolisability of energy $X_{ME,\,lh}$ = 0.733 MJ MJ^{-1}.

The specific N content of the feed is obtained by dividing the XP content by 6.25.

The daily feed intake (dry matter) as a mean over the entire lifespan as a laying hen is calculated as follows:

Mangels detaillierterer Informationen werden die in Table 8.6 angegebenen Werte als zeitlich und räumlich konstant angesehen.

Mit den Daten in Table 8.6 ergibt sich für die Energie-Verdaulichkeit $X_{DE,\,lh}$ = 0,791 MJ MJ^{-1} und die Energie-Umsetzbarkeit $X_{ME,\,lh}$ = 0,733 MJ MJ^{-1}.

Der spezifische N-Gehalt des Futters ergibt sich aus dem XP-Gehalt (Division durch 6.25).

Die über die Lebensdauer gemittelte tägliche Futteraufnahme (Trockenmasse) wird wie folgt berechnet:

$$m_{F,\,DM} = \frac{ME_{lh}}{\eta_{ME,\,feed}} \qquad \textbf{(8.8)}$$

$m_{F,\,DM}$	daily feed intake, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1} DM)
ME_{lh}	daily requirements of metabolisable energy (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
$\eta_{ME,\,feed}$	content of metabolisable energy in feed, related to dry matter (MJ kg^{-1} ME), see Table 8.6

The inventory does not calculate the amount of gross energy GE as is not needed for the VS calculation method used in the present inventory.

Die GE-Aufnahme mit dem Futter wird im Inventar nicht berechnet, da sie für die aktuell verwendete VS-Berechnungsmethode nicht benötigt wird.

8.3.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung nicht berechnet (IPCC(2006)-10.27).

8.3.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

For the required data see Capter 8.3.4.

According to IPCC(2006)-10.82, the maximum methane producing capacity B_o is 0,39 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$. Due to lack of German data for the methane conversion factor *MCF*, the default value of IPCC(2006)-10.82 is applied to all laying hen husbandry systems, irrespective of their type: 0.015 m^3 m^{-3}.

The MCF for anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of emission factors in Tier-2 approaches to be about 20 %. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren verwendet, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Für die dafür erforderlichen Daten siehe Kapitel 8.3.4.

Nach IPCC(2006)-10.82 beträgt die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o 0,39 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$. Mangels deutscher Daten zum *MCF* wird der Defaultwert aus IPCC(2006)-10.82 für alle in Deutschland vorkommenden Legehennen-Haltungssysteme und Temperaturen verwendet: 0,015 m^3 m^{-3}.

Der *MCF*-Wert für die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung wird berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

8.3.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

8.3.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of the emissions of nitrogen species is based on the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} in UAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage (see Chapter 3.3.4.4.1).

Die Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} in UAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

8.3.8.1 N excretion / N-Ausscheidung

N excretions are calculated as a function of performance and feed properties.

Mass conservation allows the determination of the amount of N excreted annually as the difference between N intakes with feed, N used for egg production and for growth, the calculation of which is described in the subsequent chapters.

Die Ausscheidungen werden in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung berechnet.

Unter Berücksichtigung der Massenerhaltung lässt sich die Menge der jährlichen N-Ausscheidungen pro Tierplatz als Differenz von N-Aufnahme durch Nahrung und N-Verbrauch für Eiproduktion und Zuwachs berechnen (siehe hierzu die nachfolgenden Kapitel):

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{eggs}} - m_{\text{g}} \quad \textbf{(8.9)}$$

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{eggs}	amount of nitrogen exported with eggs (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

The contents of uric acid and ammonium N (UAN) are calculated. The results are close to the EMEP standard value of 70 % (EMEP, 2013, pg. 27).

Der Gehalt an Harnsäure- und Ammonium-N (UAN) wird berechnet und liegt dicht beim EMEP-Standardwert von 70 % (EMEP, 2013, S. 27).

8.3.8.1.1 *N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter*

The annual amount of N intake with feed is a function of the amount of feed and the crude protein (XP) content of the feed:

Die Menge des jährlich mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs ist eine Funktion von Futteraufnahme und Rohprotein-(XP-)Gehalt im Futter:

$$m_{\text{feed}} = \alpha \cdot x_{\text{N, XP}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot m_{\text{F, DM}} \qquad \textbf{(8.10)}$$

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$x_{N, XP}$	nitrogen content of crude protein (x_N = 1/6.25 kg kg^{-1} N)
$x_{XP, feed}$	content of crude protein in feed, related to dry matter (in kg kg^{-1} XP), see Table 8.6
$m_{F, DM}$	daily feed intake, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1} DM), see Chapter 8.3.4

For the XP content of N reduced feed Table 8.6. However, no information is available on the frequencies of N reduced feed usage. Hence, the N excretion calculations for the inventory are based on the assumption of a nationwide used “normal” feed composition.

Table 8.6 gibt auch den XP-Gehalt von N-reduziertem Futter an. Informationen zur Verbreitung von N-angepasster Fütterung sind allerdings nicht verfügbar. Daher erfolgen die Ausscheidungsberechnungen für das Inventar durchgängig mit nicht N-reduziertem Futter.

8.3.8.1.2 *N excretion with eggs / N-Ausscheidung mit Eiern*

The amount of N excreted with eggs is assessed from the number of eggs laid per place, the mean egg mass and the mean protein content of the eggs:

Die mit Eiern ausgeschiedenen N-Mengen berechnen sich aus der Zahl der gelegten Eier pro Platz und Jahr, der durchschnittlichen Ei-Masse und dem mittleren Protein-Gehalt der Eier:

$$m_{\text{eggs}} = n_{\text{eggs}} \cdot x_{\text{XP, eggs}} \cdot x_{\text{N}} \cdot \mu_{\text{egg}} \qquad \textbf{(8.11)}$$

m_{eggs}	amount of nitrogen exported with eggs (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
n_{eggs}	number of eggs per place and year (in eg pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 8.3.2
$x_{XP, eggs}$	crude protein content of eggs (in kg kg^{-1} XP), see below
x_N	nitrogen content of crude protein (x_N = 1/6.25 kg kg^{-1} N)
μ_{egg}	average egg mass (in kg eg^{-1}), see Chapter 8.3.2

The information on $x_{XP, eggs}$ provided by the literature varies, e.g. 0.112 kg kg^{-1} XP in GFE (2000, pg. 58) and 0.121 kg kg^{-1} XP in GEFLÜGELJAHRBUCH (2005, pg. 212). The value used in this inventory (0.119 kg kg^{-1} XP) is based on the N content of eggs provided in LFL (2006a), Table 8.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben zu $x_{XP, eggs}$, z. B. 0,112 kg kg^{-1} XP in GFE (2000, S. 58) und 0,121 kg kg^{-1} XP im GEFLÜGELJAHRBUCH (2005, S. 212). Der für das Inventar verwendete Wert 0,119 kg kg^{-1} XP beruht auf Angaben in LFL (2006a), Tabelle 8, zum N-Gehalt von Eiern.

8.3.8.1.3 *N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper*

The N retention is obtained from the weight gain, the lifespan as laying hen and the mean XP content of the animals:

Aus der Gewichtszunahme, der Lebensdauer als Legehenne und dem mittleren N-Gehalt der Tiere folgt für die N-Retention:

$$m_{\text{g}} = x_{\text{N, ret, lh}} \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta w_{\text{lh}}}{\tau_{\text{lifespan, lh}}} \qquad \textbf{(8.12)}$$

m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$x_{N, ret, lh}$	N retained by laying hens ($x_{N, ret, lh}$ = 0.035 kg kg^{-1} N, see LFL, 2006a)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
Δw_{lh}	weight gain during lifespan as laying hen, according to Chapter 3.1.2.5 (in kg an^{-1})
$\tau_{lifespan, lh}$	lifespan of laying hens (in d), see Chapter 8.3.2

8.3.8.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For all housing systems except cages or small group housing systems, N inputs with straw (bedding material) are taken into account. Based on the data provided in KTBL (2006), pg. 544, 546 and 548, an amount of straw fresh matter input of 0.5 kg per place and year is assumed to be a representative estimate.

For the properties of straw see Chapter 3.3.4.3.2.

Für alle Haltungssysteme außer Käfighaltung bzw. Kleingruppenhaltung wird ein N-Eintrag mit dem als Einstreu eingebrachten Stroh vorgesehen. Unter Berücksichtigung der Angaben in KTBL (2006), S. 544, 546 und 548 wird eine Einstreumenge von 0,5 kg Strohfrischmasse pro Platz und Jahr angenommen.

Zu Stroh-Eigenschaften siehe Kapitel 3.3.4.3.2.

8.3.8.3 *Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren*

The various housing systems for laying hens are associated with different emission potentials (DÖHLER et al., 2002, S. 60).

Since submission 2011 the inventory takes into account only three housing system categories: cages/small group housing systems, aviary/floor management, and free range. The differentiation between cages/small group housing systems with dung pit, dung belt without drying and dung belt with drying which is relevant for emission calculations is implicitly accounted for by using a weighted mean emission factor (RÖSEMANN et al., 2011, pp 263/264). Due to the abolishment of traditional "cages" from 2010 onwards, modified cage types are now used. These new housing systems are called "small group housing systems" in order to facilitate the differentiation between the former cages and the new housing systems (EURICH-MENDEN et al., 2011). The emission factors of cages and small group housing systems are different. As described above, from 2012 onwards housing systems and manure management techniques are not considered in the inventory; instead a weighted mean emission factor is used. Emission factors incorporated in the weighted mean are based on a national consensus (KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung", siehe EURICH-MENDEN et al., 2011). The weighting reflects the frequencies of housing systems as derived from the agricultural census 2010 (LZ2010) by Statistisches Bundesamt.

The emission factors provided by DÖHLER et al. (2002) as well as by EURICH-MENDEN et al. (2011) refer to calculations of emissions per animal place. Therefore they had to be adjusted to the requirements of the inventory by converting them into emission factors related to N excretions. In the case of the emission factors provided by DÖHLER et al. (2002) this was done with the N excretion of 0,74 kg pl^{-1} a^{-1} N according to DÖHLER et al., 2002, pg. 14A. The emission factors provided by EURICH-MENDEN et al. (2011) were converted on the basis of the DLG default N excretion of 0,786 kg pl^{-1} a^{-1} N referring to a housing utilization of 94 % (see DLG, 2005, pg. 47). This is equivalent to 0,836 kg pl^{-1} a^{-1} N for a housing utilization of 100 % as used in the inventory.

Die verschiedenen Legehennen-Haltungsformen sind mit unterschiedlichen Emissionspotentialen verbunden (DÖHLER et al., 2002, S. 60).

Seit der Submission 2011 beschränkt sich die Emissionsberichterstattung auf die Berücksichtigung dreier Haltungsformen: Käfig/Kleingruppenhaltung, Voliere/Bodenhaltung sowie Freiland. Die emissionsrelevante Differenzierung zwischen Käfigen/Kleingruppenhaltung mit Kotgrube, belüftetem oder unbelüftetem Kotband geschieht implizit durch einen gewichteten mittleren Emissionsfaktor (RÖSEMANN et al., 2011, S. 263/264). Wegen des Verbotes der herkömmlichen Käfige ab 2010 werden inzwischen andersartig gestaltete Käfigformen eingesetzt, die zur Abgrenzung gegenüber den früher üblichen Käfigen als „Kleingruppenhaltung" bezeichnet werden (EURICH-MENDEN et al., 2011) und auch abweichende Emissionsfaktoren aufweisen. Allerdings wird für die Emissionsberichterstattung ab 2012 auch bei der „Kleingruppenhaltung" nicht zwischen den verschiedenen Käfigformen und ihren Kotentsorgungsvarianten unterschieden, sondern ein gewichteter mittlerer Emissionsfaktor verwendet. Die in die Mittelung eingehenden Emissionsfaktoren beruhen auf nationalem Konsens (KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung", siehe EURICH-MENDEN et al., 2011). Die Gewichte entsprechen den Haltungsform-Anteilen, wie sie aus der Landwirtschaftszählung 2010 (LZ2010) des Statistischen Bundesamtes hervorgegangen sind.

Sowohl die in DÖHLER et al. (2002) als auch die in EURICH-MENDEN et al. (2011) angegebenen Emissionsfaktoren sind auf den Tierplatz bezogen und waren deshalb für die Inventarberechnungen auf einen Bezug auf die N-Ausscheidung umzurechnen. Dies geschah für die Emissionsfaktoren aus DÖHLER et al. (2002) mit dem dort angegebenen N-Ausscheidungswert von 0,74 kg pl^{-1} a^{-1} N (DÖHLER et al., 2002, S. 14A), während für die Umrechnung der Emissionsfaktoren aus EURICH-MENDEN et al. (2011) das DLG-Standardniveau der N-Ausscheidung zugrunde gelegt wurde. Dieser beläuft sich auf 0,836 kg pl^{-1} a^{-1} N (abgeleitet aus 0,786 kg pl^{-1} a^{-1} N bei 94 % Stallauslastung, siehe DLG, 2005, S. 47).

The housing systems “aviary” and “floor management with a one-time removal of manure per round” are differentiated in DÖHLER et al. (2002). From submission 2011 onwards both housing systems were combined to the housing system “aviary/floor management” (RÖSEMANN et al., 2011, pp 263/264). The emission factor of “floor management with a one-time removal of manure per round” is used in the inventory due to the fact that this housing system was considerable more common in the 1990s than the “aviary”. This turned into the opposite from 2010 onwards (EURICH-MENDEN B/KTBL, und HEIDENREICH TH/Sächsische Landesanstalt Köllitsch, personal communication). Therefore the emission factor for „aviary“ is to be used for 2010 and subsequent years (KTBL-working group „Emissionsfaktoren Tierhaltung“, see EURICH-MENDEN et al., 2011). As described for the housing system “aviary/floor management” the emission factors had to be converted by analogy.

On the basis of a national consensus 1,1 times the emission factor for “aviary/floor management” is applied in the inventory for “free range” (KTBL-working group „Emissionsfaktoren Tierhaltung“, see EURICH-MENDEN et al., 2011)

Table 8.7 provides an overview of the emission factors used for the submission 2012.

Die bei DÖHLER et al. (2002) getrennt aufgelisteten Haltungsformen „Voliere“ und „Bodenhaltung mit einmaliger Entmistung pro Durchgang“ wurden ab Submission 2011 (RÖSEMANN et al., 2011), S. 263/264) zu „Bodenhaltung/Voliere“ zusammengefasst. Als Emissionsfaktor wurde der für Bodenhaltung mit einmaliger Entmistung pro Durchgang gewählt, da diese Haltungsform in den 1990er Jahren deutlich häufiger vorkam als die Volierenhaltung. Dieses Verhältnis hat sich bis 2010 ins Gegenteil verkehrt (EURICH-MENDEN B/KTBL, und HEIDENREICH TH/Sächsische Landesanstalt Köllitsch, persönl. Mitteilung), so dass in der Submission 2012 ab dem Bezugsjahr 2010 der Emissionsfaktor für Volieren verwendet wird (KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“, siehe EURICH-MENDEN et al., 2011). Auch hier war eine Umrechnung der Emissionsfaktoren auf die N-Ausscheidung erforderlich, die analog zum oben beschriebenen Vorgehen für die Käfighaltung/Kleingruppenhaltung erfolgte.

Für die Freilandhaltung wird dem nationalen Konsens entsprechend das 1,1-Fache des Emissionsfaktors für Bodenhaltung/Voliere verwendet (KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“, siehe EURICH-MENDEN et al., 2011).

Table 8.7 gibt einen Überblick über die ab der Submission 2012 eingesetzten Emissionsfaktoren.

Table 8.7: Laying hens, partial emission factors for NH_3 losses from housing (in kg NH_3-N per kg N excreted)

years		≤ 2000	2001 - 2009	≥2010
cages; from 2010 onwards: small group housing systems	Käfighaltung; ab 2010: Kleingruppenhaltung	0.164		0.066
floor management, aviary	Bodenhaltung, Voliere	0.351	linear interpolation	0.090
free range, organic farming	Intensive Auslaufhaltung, Freilandhaltung, ökologische Erzeugung	0.099		

Sources: see text.

For the partial NH_3-Nemission factor for storage, the value given in EMEP(2013)-3B-27, Table 3-7, is used: 0.14 kg kg-1 N. The factor relates to the UAN amount entering the storage. (For UAN see Chapter 3.3.3.2). Due to lack of more detailed informations, this emission factor is used for all poultry storage systems.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage. The respective emission factors are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

The emission factor of NH_3 from manure spreading is given in Table 8.3.

The factors for direct N_2O, NO and N_2 are combined factors for housing and storage. They are given in Table 8.2 (Chapter 8.2).

The emission factors for the separate storage type “anaerobic digestion of poultry manure” are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from

Der partielle NH_3-N-Emissionsfaktor für das Lager wird nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3-7, mit 0,14 kg kg^{-1} N angesetzt. Der Faktor bezieht sich auf die UAN-Menge, die ins Lager gelangt. (Zu UAN siehe Kapitel 3.3.3.2). Der Emissionsfaktor wird mangels besserer Kenntnis für alle Lagerverfahren in der Geflügelhaltung angewendet.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar. Die zugehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Die NH_3-Emissionsfaktoren für die Ausbringung sind in Table 8.3 zu finden.

Die für Stall und Lager zusammen geltenden Emissionsfaktoren für direktes N_2O, NO und N_2 sind Table 8.2 (Kapitel 8.2) zu entnehmen.

Die zum eigenständigen Lagertyp „Vergärung von Geflügelkot“ gehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus

the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktor wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

8.3.8.4 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

8.3.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors used are listed in Table 8.8, which is based on data given in EMEP(2013)- 3B-30, Table 3-11.

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

The frequency distributions of housing systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 8.3.8.3.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 8.8 zusammengestellt. Sie basieren auf Angaben in EMEP(2013)-3B-30, Table 3-11.

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Die Häufigkeitsverteilungen für die Haltungssysteme werden den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 8.3.8.3 entnommen.

Table 8.8: Laying hens, emission factors for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
cages	Käfige	0.025	0.025	0.003
all other systems	alle anderen Haltungssysteme	0.119	0.119	0.023

Source: EMEP(2013)- 3B-30, Table 3-11

8.3.10 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

The subsequent table lists the references to information provided with the data CD.

Die nachfolgende Tabelle listet die Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen auf.

Table 8.9: Laying hens, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.21	
		NMVOC	EM1007.21	
		NH_3	EM1009.21	
		N_2O	EM1009.51	
		NO	EM1009.81	
		TSP	EM1010.21	
		PM_{10}	EM1010.51	
		$PM_{2.5}$	EM1010.81	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.25	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	IEF1005.21	
		NMVOC	IEF1007.21	
		NH_3	IEF1009.20	
		N_2O	IEF1009.48	
		NO	IEF1009.76	
		TSP	IEF1010.20	
		PM_{10}	IEF1010.48	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.76	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.01	AI1005POU.19
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.81	EXCR.82

8.4 Broilers / Masthähnchen und –hühnchen

Broilers are special chicken lines reared for meat production.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 8.10.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Masthähnchen und –hühnchen sind auf Fleischproduktion spezialisierte Hühnerrassen.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.10 genannten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 8.10: Broilers, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation		no method
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

8.4.1 Animal numbers / Tierzahlen

Poultry numbers have been surveyed in each agricultural-structure surveys, i.e. until 1996 in each even year, from 1999 to 1997 in each odd year, 2010 in the LZ 2010 census (StatLA C III 1 – vj 4, see also Chapter 3.4.2.1), and 2013 in an agricultural-structure survey. For 2011 and 2012 no official poultry numbers are available. They were estimated by linear interpolation between 2010 and 2013.

For poultry numbers a standard error of 5 % is assumed (normal distrubution). Then half the 95 % confidence interval is 10 %.

Geflügelzahlen wurden in jeder Agrarstrukturerhebung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren, 1999 bis 2007 in allen ungeraden Jahren, 2010 in der LZ 2010 (StatLA C III 1 – vj 4, siehe auch Kapitel 3.4.2.1) und 2013 in einer Agrarstrukturerhebung. Für 2011 und 2012 stehen keine offiziellen Geflügelzahlen zur Verfügung. Sie wurden durch lineare Interpolation zwischen 2010 und 2013 geschätzt.

Für Geflügelzahlen wird ein Standardfehler von 5 % angenommen (Normalverteilung). Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt 10 %.

8.4.2 Meat production / Fleischproduktion

8.4.2.1 *Mean duration of fattening / Mittlere Mastdauer*

In Germany there are different systems of broiler fattening with differing durations of fattening (see e. g. Tüller, 1989, and Berk, 2010). There are no statistiscal surveys of frequencies of fattening durations and no times series since 1990.

Based on recommendations for phase feeding and mean data of experimental studies in Tüller (1989) it is assumed that the typical duration of broiler fattening was 40 days in 1989. Is seems plausible that this value also holds for 1990.

For 2010 it is concluded, based on data given in Streitz (2008), that the so-called “Mittellangmast” with a fattening duration of 36 to 38 days can represent the mean conditions of broiler fattening. Hence it is assumed for the inventory that the mean fattening duration in 2010 was 37 days.

For the time after 2010 there are is no evidence of a change in the duration of broiler fattening. Hence the 37 days estimated for 2010 are used for the years after 2010 as well.

The forementioned assumptions for the duration of broiler fattening were not used in the emission calculations but to estimate the emission-relevant feed conversion factor (see Chapter 8.4.6.2).

Masthähnchen und –hühnchen wurden und werden in Deutschland unterschiedlich lange gemästet (siehe z. B. Tüller, 1989, und Berk, 2010). Es gibt keine statistischen Erhebungen zur Häufigkeit der verschiedenen Mastdauern und deren Zeitreihe seit 1990.

Anhand von Vorgaben für die Phasenfütterung sowie Durchschnittswerten von Versuchsreihen in Tüller (1989) wird für 1989 auf eine typische Mastdauer von 40 Tagen geschlossen. Dieser Wert wird auch für 1990 als gültig angesehen.

Für 2010 wurde in Anlehnung an Daten in Streitz (2008) angenommen, dass die Mittellangmast mit einer Mastdauer von 36 bis 38 Tagen (siehe Berk, 2010) die mittlere Mastdauerverhältnisse repräsentiert. Für das Inventar wurde daher für 2010 eine mittlere Mastdauer von 37 Tagen angesetzt.

Für die Zeit nach 2010 liegen keine Anhaltspunkte für eine Veränderung der Hähnchenmast vor. Daher wird die für 2010 geschätzte mittlere Mastdauer für die Jahre danach beibehalten.

Diese Annahmen zur Mastdauer gehen nicht unmittelbar in die Emissionsberechnung ein, sondern dienen der Schätzung des emissionsrelevanten Futterverwertungskoeffizienten (siehe Kapitel 8.4.6.2).

8.4.2.2 *Animal weights / Tiergewichte*

8.4.2.2.1 *Live weight / Lebendgewicht*

Official statistics do not report data on final live weights. Based on the estimates of mean fattening durations in Chapter 8.4.2.1, it is assumed that the mean final live weight was about 1.6 kg in 1990 and 2 to 2.2 kg in 2010. However, these values were not used in the emission calculations. The calculation of the mean poultry weight (see Chapter 8.9.1.2), that isn't used in the emission calculations as well, is based on a mean broiler live weight of 1 kg (rough estimate over the entire broiler lifetime).

Die Offizialstatistik berichtet keine Lebendendgewichte. Nach den Schätzungen der Mastdauer in Kapitel 8.4.2.1 wäre von einem mittleren Endgewicht von rund 1,6 kg (1990) bzw. 2 bis 2,2 kg (2010) auszugehen. Diese Werte gehen aber nicht in die Emissionsberechnung ein. Für die Berechnung des mittleren Geflügelgewichtes (siehe Kapitel 8.9.1.2), das ebenfalls nicht in die Emissionsberechnungen eingeht, wurde ein über die Lebensdauer eines Tieres gemitteltes Gewicht von 1 kg unterstellt.

8.4.2.2.2 *Broiler meat production and carcass weight / Hähnchenfleischproduktion und Ausschlachtungsgrad*

The main input quantity for the emission calculations is the gross broiler meat production $\Sigma w_{BMP,\,gross}$. This quantity is not surveyed by German official statistics. However, data is available for each year as national totals (ZMP "Eier und Geflügel", annual reports; data from 2005 onwards are taken from MEG „Eier und Geflügel", annual reports). The estimates are based on national data provided by German statistics on the net production of broilers (they include the production in minor slaughter houses) as well as on import and export of broilers. The Federal Statistical Agency judges the broiler production data provided by ZMP/MEG/AMI for 2006 and the years before to be realistic, while in subsequent years the the broiler production data provided by ZMP/MEG/AMI is likely to significantly underestimate the actual development.

Therefore an agreement was reached with the Federal Statistical Agency to establish a time series of national gross broiler production as follows: The estimates of ZMP for the years 1990 to 1999 were used without alterations. For the years after 1999, a methodology to estimate gross broiler meat production was developed that fits the time series from 1990 to 1999 and is able to reproduce the subsequent time series until 2006 provided by ZMP/MEG as best as possible. Table 8.11 shows the resulting total time series of gross broiler meat production used for establishment of the inventory. The calculation for the last year of the time series is always based on provisional input data; the definite result will be obtained only by the calculations for the next submission. For the same reason the value for the second last year of the time series has been modified in comparison to last year's submission.

Die zur Berechnung der Emissionen benötigten Brutto-Hähnchenfleischproduktion $\Sigma w_{BMP,\,gross}$ wird durch die deutsche Offizialstatistik nicht erhoben. Es liegen jedoch jährliche Schätzungen auf nationaler Ebene vor (ZMP "Eier und Geflügel", jährliche Reihe; für die Daten ab 2005 MEG/AMI „Eier und Geflügel", jährliche Reihe). Die Schätzungen beruhen auf nationalen Daten des Statistischen Bundesamtes zur Netto-Eigenerzeugung von Jungmasthühnern (incl. einer Zuschätzung für die Netto-Erzeugung in kleinen Schlachtbetrieben) sowie der Ein- und Ausfuhr von Jungmasthühnern. Nach Einschätzung des Statistischen Bundesamts sind die ZMP/MEG/AMI-Werte der Brutto-Hähnchenfleischproduktion bis 2006 einschließlich als realistisch einzustufen, während die Werte in den Jahren danach die tatsächliche Entwicklung wahrscheinlich deutlich unterschätzen.

Daher wurde mit dem Statistischen Bundesamt folgendes Konzept zur Erstellung einer Zeitreihe der nationalen Brutto-Hähnchenfleischproduktion vereinbart: Die Schätzwerte von ZMP für 1990 - 1999 werden direkt verwendet. Für die Jahre danach wurde mit dem Statistischen Bundesamt ein Schätzverfahren entwickelt, das nahtlos an die ZMP-Werte 1990 bis 1999 anschließt und die noch als verlässlich eingestuften ZMP/MEG-Werte bis 2006 bestmöglich reproduziert. Table 8.11 zeigt die resultierende, in der Emissionsberechnung verwendete Zeitreihe der Brutto-Hähnchenfleischproduktion. Dabei beruht die Berechnung für das letzte Jahr der Zeitreihe immer auf vorläufigen Eingabedaten; das endgültige Ergebnis kann erst im Rahmen der nächsten Submission ermittelt werden. Aus dem gleichen Grund wurde der Wert für das vorletzte Jahr der Zeitreihe gegenüber der letztjährigen Submission aktualisiert.

Table 8.11: Broilers, national total of German broiler meat production (in Mg a^{-1})

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
317.0	322.7	344.3	348.7	364.5	360.8	387.9	402.8	444.4	460.2
2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
535.3	562.0	571.9	618.5	702.7	740.9	749.2	826.6	881.3	956.7
2010	**2011**	**2012**	**2013**						
1065.7	1156.0	1178.3	1207.8						

For data sources see text.

The forementioned method of the Federal Statistical Agency to estimate national gross broiler production

Im Rahmen des oben erwähnten Schätzverfahrens des Statistischen Bundesamtes wurde ein Ausschlach-

uses a relative carcass weight of $x_{br, cw}$ = 0.73 kg kg^{-1}. This value has been adopted for the inventory.

tungsgrad von $x_{br, cw}$ = 0,73 kg kg^{-1} verwendet. Dieser Wert wurde auch für das Inventar übernommen.

8.4.3 Feed intake and feed properties / Futteraufnahme und Futtereigenschaften

In general, broiler feeding is split up in three phases. However, due to lack of data, the inventory cannot take into account phase feeding. The feed conversion factor serves as a substitute.

The annual feed intake (fresh matter) per average animal place (see Chapter 3.1.2.2) is given by:

Die Fütterung ist im Allgemeinen dreiphasig. Dies kann mangels Daten für das Inventar nicht abgebildet werden. Daher wird auf den mittleren Futterverwertungskoffizient zurückgegriffen.

Für die jährliche Futteraufnahme (Frischmasse) pro mittlerem Tierplatz (siehe Kapitel 3.1.2.2) gilt:

$$m_{F, FM} = x_{feed, br} \cdot \frac{1}{n_{br}} \cdot \frac{\Sigma w_{BMP, gross}}{x_{br, cw}} \quad \textbf{(8.13)}$$

$m_{F, FM}$	annual feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} a^{-1})
$x_{feed, br}$	feed conversion factor: diet mass (fresh matter) needed for animal weight gain (in kg kg^{-1}), see below
n_{br}	mean annual number of animal places (see Chapter 8.4.1)
$\Sigma w_{BMP, gross}$	gross broiler meat production, see Chapter 8.4.2.2.2
$x_{br, cw}$	relative carcass weight, i. e. ratio of carcass weight to final live weight (in kg kg^{-1}), see Chapter 8.4.2.2.2

This immediately leads to the annual intake of dry matter:

Daraus ergibt sich direkt die jährliche Trockenmasseaufnahme:

$$m_{F, DM} = x_{DM} \cdot m_{F, FM} \quad \textbf{(8.14)}$$

$m_{F, DM}$	annual feed intake, dry matter (in kg pl^{-1} a^{-1})
$m_{F, FM}$	annual feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} a^{-1})
x_{DM}	dry matter content of feed (kg kg^{-1}), see below

The dry matter content of feed is assumed to be 88 %.

The feed conversion factor $x_{feed, br}$ increases with the duration of fattening; however, it has generally decreased since 1990 due to progress in broiler rearing. Based on the data in TÜLLER (1989) and the assumption of a mean fattening duration of 40 days (see Chapter 8.4.2.1), a feed conversion factor of 1.87 kg kg^{-1} was derived for 1990. For 2010 a feed conversion factor of 1.72 kg kg^{-1} was derived; it is based on the assumption of a fattening duration of 37 days (see Chapter 8.4.2.1) and data of BERK (2010). These feed conversion factors were linearly interpolated between 1990 and 2010. For the time after 2010 there are is no evidence of a change in the duration of broiler fattening. Hence the 2010 feed conversion factor is kept for the years after 2010.

Additional feed properties are needed for the calculation of excretions of VS and N:

No data are available for the digestibility of energy $X_{DE, br}$. Hence, the value used for pullets is used instead ($X_{DE, br}$ = 0.779 MJ MJ^{-1}).

The digestibility of organic matter $X_{DOM, br}$ is likewise not known. It is replaced by $X_{DE, br}$. Due tot he fact that the digestibility of energy is somewhat lower than of organic matter this assumption leads to a slight overestimation of CH_4 emissions from manure management.

The ash content of feed amounts 6,5 % of fresh matter (RHG, 2006), i. e. 7,4 % of dry matter (based on a matter content of 88 %).

Der Trockenmassegehalt des Futters wird mit 88 % angesetzt.

Der Koeffizient für die Futterverwertung ($x_{feed, br}$) wächst mit der Mastdauer an; generell aber hat sich sein Niveau durch züchterische Maßnahmen seit 1990 verringert. Anhand der Daten in TÜLLER (1989) wurde für 1990 bei einer mittleren Mastdauer von 40 Tagen (siehe Kapitel 8.4.2.1) ein Futterverwertungskoeffizient von 1,87 kg kg^{-1} abgeleitet. Für 2010 ergab sich für die unterstellte mittlere Mastdauer von 37 Tagen (siehe Kapitel 8.4.2.1) nach BERK (2010) ein Futterverwertungskoeffizient von 1,72 kg kg^{-1}. Diese Werte wurden zwischen 1990 und 2010 linear interpoliert. Für die Zeit nach 2010 liegen keine Anhaltspunkte für eine Veränderung der Hähnchenmast vor. Daher wird der Futterverwertungskoeffizient von 2010 für die Jahre danach beibehalten.

Für die Berechnung von VS- und N-Ausscheidung werden weitere Futtereigenschaften benötigt:

Für die Verdaulichkeit von Energie $X_{DE, br}$ konnten keine Daten ermittelt werden, weshalb der Junghennen-Wert 0,779 MJ MJ^{-1} verwendet wird.

Die Verdaulichkeit von organischer Substanz $X_{DOM, br}$ ist ebenfalls nicht bekannt. Sie wird durch $X_{DE, br}$ ersetzt. Da die Verdaulichkeit von Energie etwas niedriger als die von organischer Substanz ist, bewirkt diese Annahme eine leichte Überschätzung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Der Aschegehalt des Futters beträgt nach RHG (2006) 6,5 % der Frischmasse. Bezogen auf einen Trockenmassegehalt von 88 % entspricht dies 7,4 %.

Due to lack of information, the aformentioned feed properties are assumed to be constant with time and space.

In contrast to that, the content of raw protein (x_{XP}) is estimated as times series using data given in HAENEL UND DÄMMGEN (2009a), see Table 8.12. The 2007 content of raw protein can be assumed to be representative also for the subsequent years (cf. HALLE AND TZSCHENTKE, 2009; SIMON AND STEGEMANN, 2009; DAMME AND LEMME, 2010; HILLER ET AL., 2011). For 2012 and 2013 no information is available; hence the value used for the previous years is adopted.

Dividing x_{XP} by 6.25 yields the N content.

Mangels besserer Informationen werden die vorgenannten Futterkennwerte als zeitlich und räumlich konstant angesehen.

Der Rohproteingehalt (x_{XP}) wird dagegen unter Bezug auf HAENEL UND DÄMMGEN (2009a) als Zeitreihe definiert, siehe Table 8.12. Der Rohproteingehalt von 2007 kann dabei auch für die nachfolgenden Jahre als repräsentativ angesehen werden (vgl. HALLE UND TZSCHENTKE, 2009; SIMON UND STEGEMANN, 2009; DAMME UND LEMME, 2010; HILLER ET AL., 2011). Für 2012 und 2013 liegen keine Informationen vor, so dass der Wert der Vorjahre beibehalten wird.

Division von x_{XP} durch 6,25 ergibt den N-Gehalt.

Table 8.12: Broilers, time series of raw protein content in feed x_{XP} (kg kg^{-1}), related to fresh matter

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0.230	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230	0.230	0.220
2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
0.220	0.220	0.220	0.210	0.210	0.210	0.205	0.205	0.205	0.205
2010	**2011**	**2012**	**2013**						
0.205	0.205	0.205	0.205						

Sources: see text.

8.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung nicht berechnet (IPCC(2006)-10.27).

8.4.5 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

For the required data see Capter 8.4.3.

The manure of broilers is stored as solid.

According to IPCC(2006)-10.82, the maximum methane producing capacity B_o and the methane conversion factor *MCF* are 0,36 m^3 kg^{-1} and 0.015 kg kg^{-1} respectively. (IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry.)

The MCF for anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of emission factors in Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren verwendet, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Für die erforderlichen Daten siehe Kapitel 8.4.3.

Der Mist von Masthähnchen und –hühnchen wird trocken gelagert.

Nach IPCC(2006)-10.82 betragen die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o 0,36 m^3 kg^{-1} und der Methan-Umwandlungsfaktor *MCF* für alle in Deutschland vorkommenden Jahresmitteltemperaturen 0,015 kg kg^{-1}. (In IPCC(1996) finden sich keine nach Geflügelart differenzierten Angaben.)

Der *MCF*-Wert für die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung wird berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

8.4.5.1 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

8.4.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of the emissions of nitrogen species is based on the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} in UAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage (see Chapter 3.3.4.4.1).

Die Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} in UAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

8.4.6.1 N excretion / N-Ausscheidung

N excretions are calculated as a function of performance and feed properties.

Mass conservation allows the determination of the amount of N excreted annually as the difference between N intakes with feed and N used for growth:

Die Aussscheidungen werden in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung berechnet.

Unter Berücksichtigung der Massenerhaltung ergibt sich die Menge der jährlichen N-Ausscheidungen pro Tierplatz als Differenz von N-Aufnahme durch Nahrung und N-Verbrauch für Zuwachs:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} \quad \textbf{(8.15)}$$

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 8.4.6.1
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1}) , see Chapter 8.4.6.2
m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1}) , see Chapter 8.4.6.3

The calculation of the amount of UAN excreted (which is a share of the amount of N excreted) is based on the digestibility of raw protein X_{XP}:

Die ausgeschiedene UAN-Menge, die eine Teilmenge der ausgeschiedenen N-Menge darstellt, wird wie folgt mit der Rohprotein-Verdaulichkeit X_{XP} berechnet:

$$UAN_{\text{excr}} = X_{\text{XP}} \cdot m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} \quad \textbf{(8.16)}$$

UAN_{excr}	amount of UAN excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
X_{XP}	crude protein digestibility X_{XP} (in kg kg^{-1})
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

As X_{XP} is not availabale, the digestibility of energy X_{DE} is used. It is assumed that it can be adopted from pullets (see Chapter 8.5.8.1) as, at the time being, no data is available for broilers.

In Ermangelung von X_{XP} wird ersatzweise mit der Verdaulichkeit von Energie X_{DE} gerechnet. Der Wert hierfür wird von den Junghennen (siehe Kapitel 8.5.8.1) übernommen, da für Masthähnchen und -hühnchen derzeit kein X_{DE}-Wert verfügbar ist.

8.4.6.2 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter

The annual amount of N taken in with feed can be calculated from the amount of feed and the crude protein (XP) content of the feed:

Die Menge des jährlich mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs berechnet sich mit Hilfe von Futtermenge und Rohprotein-(XP-)Gehalt:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N, XP}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot m_{\text{F, FM}} \quad \textbf{(8.17)}$$

m_{feed}	annual nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1})
$x_{N, XP}$	nitrogen content of crude protein (x_N = 1/6.25 kg kg^{-1})
$x_{XP, feed}$	crude protein content of feed, related to fresh matter (in kg kg^{-1}), see Chapter 0
$m_{F, FM}$	annual feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} a^{-1}), see Chapter 0

No information is available on the frequencies of N reduced feed usage. Hence, the N excretion calculations are based on the assumption of a nationwide used “normal” feed composition, see Table 8.12.

Mangels Informationen zur Verbreitung von N-angepasster Fütterung erfolgen die Ausscheidungsberechnungen für das Inventar durchgängig mit nicht N-reduziertem Futter (siehe Table 8.12).

8.4.6.3 *N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper*

LFL (2006a), Table 8, quantify the specific retention with 0.035 kg kg^{-1} N. The description of broilers by GFE (2000, Table 2.3.1) suggests a smaller N retention, which is depending on the age of the animal and to some extent on its gender. If one disregards the influence of genders, the N retention of broilers $x_{N, ret, br}$ can be described for animals between 21 und 56 days of life (HAENEL and DÄMMGEN, 2009a):

Nach LFL (2006a), Tabelle 8, ist die spezifische N-Retention 0,035 kg kg^{-1} N. Tabelle 2.3.1 in GFE (2000,) deutet auf eine niedrigere N-Retention hin, die alters- und in geringem Maße geschlechtsabhängig ist. Unter Vernachlässigung der Geschlechtsabhängigkeit ergibt sich in guter Näherung eine Formel für die spezifische N-Retention $x_{N, ret, br}$, die für Haltungsdauern von 21 bis 56 Tage anwendbar ist (HAENEL und DÄMMGEN, 2009a):

$$x_{\mathrm{N,\,ret}} = a_{\mathrm{ret}} + b_{\mathrm{ret}} \cdot \mathrm{k_{fin}} + c_{\mathrm{ret}} \cdot \mathrm{k_{fin}}^{2} \qquad \textbf{(8.18)}$$

$x_{N, ret}$	specific N retention as function of duration of fattening, gender-averaged (in kg kg^{-1})
k_{fin}	number of final day of fattening period
a_{ret}	constant (a_{ret} = 2.3806·10^{-2} kg kg^{-1} N)
b_{ret}	constant (b_{ret} = 2.5244·10^{-4} kg kg^{-1} N)
c_{ret}	constant (c_{ret} = -1.9964·10^{-6} kg kg^{-1} N)

Based on a mean fattening duration of 40 days in 1990 (see Chapter 8.4.2.1), Equation (8.18) yields a N retention of m_g = 0.0304 kg kg^{-1}. For 2010, with a mean fattening duration of 37 days, one obtains m_g = 0.0307 kg kg^{-1}. In order to avoid underestimation of N excretions (and, as a consequence, N emissions) the inventory calculation used a N retention of 0.03 kg kg^{-1}.

Nach Kapitel 8.4.2.1 beträgt die mittlere Mastdauer für 1990 40 Tage und für 2010 37 Tage. Nach Gleichung (8.18) ergibt sich damit m_g = 0,0304 kg kg^{-1} für 1990 und m_g = 0,0307 kg kg^{-1} für 2010. Zu Vermeidung einer Unterschätzung der N-Ausscheidung (und damit der N-Emissionen) wurden die Inventarberechnungen mit m_g = 0,03 kg kg^{-1} durchgeführt.

8.4.6.4 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. According to KTBL (2006), pg. 586, an amount of straw fresh matter input of 1.4 kg per place and year is assumed.

For the properties of straw see Chapter 3.3.4.3.2.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Nach KTBL (2006), S. 586, wird eine Einstreumenge von 1,4 kg Strohfrischmasse pro Platz und Jahr angenommen

Zu Stroh-Eigenschaften siehe Kapitel 3.3.4.3.2.

8.4.6.5 *Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren*

The partial NH_3 emission factor is based on emission factors collated by the KTBL working group on emission factors for animal husbandry (KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“,EURICH-MENDEN et al., 2011). However, as these emission factors are defined per place and year and depend on the duration of the fattening period (see Table 8.13) they had to be recalculated in order to obtain a partial emission factor related to N excreted. The recalculation is demonstrated in Table 8.13. The resulting two emission factors only slightly differ with the duration of the fattening period. Hence it is assumed that for the inventory the partial NH_3 emission factor can be taken as a constant which is set to the higher value listed in Table 8.13.

Der partielle NH_3-Emissionsfaktor für den Stall basiert auf den Ergebnissen der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ (EURICH-MENDEN et al., 2011), die die NH_3-Emission pro Tierplatz und Jahr in Abhängigkeit von der Mastdauer angibt, siehe Table 8.13. Für das Inventar ist eine Umrechnung auf NH_3-N sowie der Bezug auf die ausgeschiedene N-Menge erforderlich. Diese ist anhand von Table 8.13 nachzuvollziehen. Die beiden resultierenden Emissionsfaktoren unterscheiden sich so wenig, dass davon auszugehen ist, dass der auf die N-Ausscheidung bezogene Emissionsfaktor *keine* Funktion der Mastdauer ist. Für das Inventar wird daher in konservativer Wahl der höhere der beiden in Table 8.13 berechneten Emissionsfaktoren verwendet.

Table 8.13: Broilers, derivation of partial emission factors for NH_3-N losses from housing

Fattening period d	EF [a] kg NH_3 (pl · a)$^{-1}$	EF [b] kg NH_3-N (pl · a)$^{-1}$	Standard N excretion [c] kg N (pl · a)$^{-1}$	EF related to standard N excretion kg NH_3-N (kg N_{excr})$^{-1}$	EF used in the inventory kg NH_3-N (kg N_{excr})$^{-1}$
33	0.035	0.029	0.319	0.090	0.090
42	0.0486	0.040	0.469	0.085	

[a] Source: EURICH-MENDEN et al. (2011)
[b] Source: EURICH-MENDEN et al. (2011), data multiplied by 14/17 to transform from NH_3 to NH_3-N units
[c] Source: DLG (2005), pg. 49/50

For the partial NH_3-Nemission factor for storage, the value given in EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, is used: 0.17 kg kg^{-1}. The factor relates to the UAN amount entering the storage. (For UAN see Chapter 3.3.3.2).

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage. The respective emission factors are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

For spreading a factor of 0.45 kg kg^{-1} NH_3-N related to UAN is chosen, reflecting the fact that incurporation is likely within 24 hours (see Table 8.3).

Der partielle NH_3-N-Emissionsfaktor für das Lager wird nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, mit 0,17 kg kg^{-1} angesetzt. Der Faktor bezieht sich auf die UAN-Menge, die ins Lager gelangt. (Zu UAN siehe Kapitel 3.3.3.2).

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar. Die zugehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Für die Ausbringung wird ein partieller Emissionsfaktor von 0,45 kg kg^{-1} NH_3-N in Bezug auf vorhandenes UAN angesetzt (vgl. Table 8.3, Einarbeitung innerhalb 24 Stunden).

The emission factors for N_2O, NO and N_2 are combined factors for house and storage, see Chapter 8.2, Table 8.2.

The emission factors for the separate storage type "anaerobic digestion of poultry manure" are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination "animal house/storage" see Chapter 14.4.1. Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

Zu den für Stall und Lager zusammengefassten Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 siehe Kapitel 8.2, Table 8.2.

Die zum eigenständigen Lagertyp „Vergärung von Geflügelkot" gehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager" siehe Kapitel 14.4.1. Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

8.4.6.6 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

8.4.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 8.14 (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 8.14 angegeben (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 8.14: Broilers, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.069	0.069	0.0091

Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4

8.4.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 8.15: Broilers, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.22	
		NMVOC	EM1007.22	
		NH_3	EM1009.22	
		N_2O	EM1009.52	
		NO	EM1009.82	
		TSP	EM1010.22	
		PM_{10}	EM1010.52	
		$PM_{2.5}$	EM1010.82	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.26	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	IEF1005.22	
		NMVOC	IEF1007.22	
		NH_3	IEF1009.21	
		N_2O	IEF1009.49	
		NO	IEF1009.77	
		TSP	IEF1010.21	
		PM_{10}	IEF1010.49	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.77	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.20	AI1005POU.34
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.83	EXCR.84

8.5 Pullets / Junghennen

Pullets are young hens between hatching and the beginning of egg production (18th week). They do not yet produce eggs.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 8.16.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Zukünftige Legehennen werden in der Zeit vom Schlüpfen bis zu Ihrer Einstallung nach der 18. Lebenswoche als Junghennen bezeichnet. Junghennen legen noch keine Eier.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.16 zusammengestellten Methoden

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 8.16: Pullets, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation		
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

8.5.1 Animal numbers / Tierzahlen

Poultry numbers have been surveyed in each agricultural-structure surveys, i.e. until 1996 in each even year, from 1999 to 1997 in each odd year, 2010 in the LZ 2010 census (STATLA C III 1 – vj 4, see also Chapter 3.4.2.1), and 2013 in an agricultural-structure survey. For 2011 and 2012 no official poultry numbers are available. They were estimated by linear interpolation between 2010 and 2013.

However, these numbers cannot be used directly as they do not differentiate between the two subcategories adequately: the 6 months used as criterion do not reflect the present agricultural practice (see Chapter 8.3.1).

The numbers of pullets n_{pu} relevant for the inventtory are derived using the procedure described in Chapter 8.3.1.

Geflügelzahlen wurden in jeder Agrarstrukturerhebung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren, 1999 bis 2007 in allen ungeraden Jahren, 2010 in der LZ 2010 (STATLA C III 1 – vj 4, siehe auch Kapitel 3.4.2.1) und 2013 in einer Agrarstrukturerhebung. Für 2011 und 2012 stehen keine offiziellen Geflügelzahlen zur Verfügung. Sie wurden durch lineare Interpolation zwischen 2010 und 2013 geschätzt.

Die dort genannten Tierzahlen können allerdings nicht direkt verwendet werden, weil die Trennung der beiden Tierkategorien bei einem Alter von 6 Monate erfolgt und damit nicht der praxisübliche Vorgehensweise entspricht (siehe Kapitel 8.3.1).

Die für das Inventar relevanten Tierzahlen n_{pu} werden nach den Überlegungen in Kapitel 8.3.1 abgeleitet.

$$n_{pu} = (n_{AA} + n_{AB}) \cdot \frac{\tau_{round,pu}}{\tau_{round,lh} + \tau_{round,pu}} \qquad \textbf{(8.19)}$$

n_{pu}	number of pullet places considered
n_{AA}	animal place numbers of type AA in the German census (see Table 8.1)
n_{AB}	animal place numbers of type AB in the German census (see Table 8.1)
$\tau_{round,lh}$	duration of round for laying hens ($\tau_{round,lh}$ = 441 d), see Chapter 8.3.2
$\tau_{round,pu}$	duration of round for pullets ($\tau_{round,pu}$ = 142 d), see Chapter 8.5.2

For poultry numbers a standard error of 5 % is assumed (normal distrubution). Then half the 95 % confidence interval is 10 %.

Für Geflügelzahlen wird ein Standardfehler von 5 % angenommen (Normalverteilung). Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt 10 %.

8.5.2 Animal weights and husbandry details / Tiergewichte und Haltungsdetails

The relevant performance criterion of pullets is their weight gain Δw_{pu} (cf. Chapter 3.1.2.4) from chick weight (starting weight fixed to 45 g an^{-1}, see DAENISCHESSEN, 2006) to the final weight of about 1.3 kg an^{-1}. In 1990, the final weight was 1.55 kg an^{-1} (for sources of information see Table 8.16), and the life period between

Der Leistungsparameter für Junghühner ist ihr Gewichtszuwachs Δw_{pu} von 45 g an^{-1} als Küken (einheitlich angenommenes Anfangsgewicht nach DAENISCHESSEN, 2006) bis zu ca. 1,3 kg an^{-1} am Ende der Aufzuchtphase (siehe dazu auch Kapitel 3.1.2.4). 1990 betrug das mittlere Endgewicht noch ca. 1,55 kg an^{-1} (siehe Quellenan-

hatching and egg production was slightly longer than nowadays. However, this cannot be reflected in the subsequent calculation procedure, as reliable and representative data are still missing. The final weight equals the start weight of laying hens (see Chapter 8.3.2).

For data on weights and weight gains see tabel references in Chapter 8.5.10 („Additional information“).

gaben zu Table 8.16). Die Aufzuchtdauer war etwas länger als heutzutage, was mangels verlässlicher und repräsentativer Daten im nachfolgenden Berechnungsverfahren nicht berücksichtigt wird. Das Endgewicht entspricht dem Anfangsgewicht in der Legehennenhaltung (siehe Kapitel 8.3.2).

Zu den Gewichts- und Zuwachsdaten siehe Tabellenverweise in Kapitel 8.5.10 („Additional information“).

8.5.3 Energy requirements /Energiebedarf

The overall requirements of daily metabolisable energy requirements per place (averaged over the lifespan as pullet) are given by the following relation:

Für den über die Lebensdauer als Junghenne gemittelten Tagesbedarf an metabolisierbarer Energie pro Tierplatz gilt:

$$ME_{\mathrm{pu}} = ME_{\mathrm{m}} + ME_{\mathrm{f}} + ME_{\mathrm{g}} \qquad \textbf{(8.20)}$$

ME_{pu} daily requirements of metabolisable energy (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_m daily metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_f daily metabolisable energy needed to obtain food (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
ME_g daily metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)

Assuming a feed intake according to the requirements, the mean daily requirements of metabolizable energy can be calculated from the amount of feed intake and the ME content of the feed:

Der mittlere tägliche Bedarf an metabolisierbarer Energie kann unter der Annahme bedarfsgerechter Fütterung aus Futteraufnahme und ME-Gehalt des Futters berechnet werden:

$$ME_{\mathrm{pu}} = \eta_{\mathrm{ME,\ feed}} \cdot m_{\mathrm{F,\ FM}} \qquad \textbf{(8.21)}$$

ME_{pu} daily requirements of metabolisable energy (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
$\eta_{ME,\ feed}$ content of metabolisable energy in pullet diet, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME), see Chapter 8.5.4
$m_{F,\ FM}$ daily feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} d^{-1} FM), see Chapter 8.5.4

8.5.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Pullets are normally fed in four to five phases, at least in two phases.

KTBL (2006), pg. 576, provides the amount of feed required for 4 phases, see Table 8.17. As no data on the intake of metabolizable energy (ME) is mentioned by KTBL, Table 8.17 was complemented with data on the content of metabolizable energy provided by HALLE (2002), Table 1. This leads to a weighted mean ME content of the feed of $\eta_{ME,\ feed}$ = 11.22 MJ kg^{-1} ME (related to fresh matter).

Die Junghennen-Fütterung erfolgt in der Regel in vier bis fünf Phasen, mindestens aber in zwei Phasen.

KTBL (2006), S. 576, gibt den Futterbedarf für 4 Phasen an, siehe Table 8.17. Da KTBL keine entsprechenden Angaben zur Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME) macht, wurde Table 8.17 mit Daten zum Gehalt an umsetzbarer Energie nach HALLE (2002), Tabelle 1, ergänzt. Daraus folgt als gewichtetes Mittel des ME-Gehaltes im Futter $\eta_{ME,\ feed}$ = 11,22 MJ kg^{-1} ME (bezogen auf Frischmasse).

Table 8.17: Pullets, phase-related diet mass intake (fresh matter) and ME contents of feed

phase	Lifetime period (weeks)	phase total of diet intake (fresh matter) [a] (in kg)	ME content [b] (in MJ kg^{-1} ME)
1	1 to 3	0.350	11.29
2	4 to 8	1.302	11.29
3	9 to 15	2.933	11.20
4	16 to 18	1.596	11.20
overall	1 to 18	6.181	11.22 [c]

Sources: [a] KTBL (2006), pg. 576; [b] HALLE (2002), Table 1; [c] weighted mean

The daily feed intake (fresh matter) is calculated as follows (average over the lifespan as pullet):

Für die tägliche Futteraufnahme (Frischmasse) gilt (Mittelwert über Junghennen-Lebensdauer):

$$m_{\mathrm{F,\,FM}} = x_{\mathrm{feed,\,pu}} \cdot \frac{\Delta w_{\mathrm{pu}}}{\tau_{\mathrm{lifespan,\,pu}}} \qquad \textbf{(8.22)}$$

$m_{\mathrm{F,\,FM}}$	daily feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} d^{-1} FM)
$x_{\mathrm{feed,\,pu}}$	pullet diet mass (fresh matter) needed for animal weight gain (in kg kg^{-1}), see below
Δw_{pu}	weight gain during lifetime as pullet, according to Chapter 3.1.2.5 (in kg an^{-1}), see Chapter 8.5.2
$T_{\mathrm{lifespan,\,pu}}$	duration of lifetime as pullet (in d), see Chapter 8.5.2

For the weight gain-related amount of feed intake (fresh matter) the inventory uses $x_{\mathrm{feed,\,pu}}$ = 5.12 kg kg^{-1} (see HAENEL and DÄMMGEN, 2007a).

This leads to the daily intake of dry matter (average over all days of a production cycle):

Für die auf den Gewichtszuwachs bezogene Futteraufnahme (Frischmasse) rechnet das Inventar mit $x_{\mathrm{feed,\,pu}}$ = 5,12 kg kg^{-1}, siehe HAENEL und DÄMMGEN (2007a).

Daraus ergibt sich die tägliche Trockenmasseaufnahme (Mittelwert über alle Tage eines Durchgangs):

$$m_{\mathrm{F,\,DM}} = x_{\mathrm{DM}} \cdot m_{\mathrm{F,\,FM}} \qquad \textbf{(8.23)}$$

$m_{\mathrm{F,\,DM}}$	daily feed intake, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1} DM)
$m_{\mathrm{F,\,FM}}$	daily feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} d^{-1} FM)
x_{DM}	dry matter content of feed (kg kg^{-1}), see below

The inventory assumes a dry matter content of pullet feed of 0.88 kg kg^{-1} and a nitrogen content of 0.0247 kg kg^{-1} (related to dry matter). Both values are based on the feed compositions described in HALLE (2002), Table 1, and the dry matter and raw protein contents of the various feed components as given in BEYER et al. (2004). By analogy, the GE and DE values provided by BEYER et al. (2004) lead to a mean specific GE content of $\eta_{\mathrm{GE,\,feed}}$ = 15.77 MJ kg^{-1} and a mean specific DE content of $\eta_{\mathrm{DE,\,feed}}$ = 12.28 MJ kg^{-1} (both related to fresh matter) which results in a digestibility of energy X_{DE} = 0.779 MJ MJ^{-1} and a metabolizability of energy X_{ME} = 0.711 MJ MJ^{-1} (HAENEL and DÄMMGEN, 2007a).

The digestibility of organic matter X_{DOM} is unknown. It is replced with X_{DE}. As the digestibility of energy is somewhat lower than that of organic matter, the assumption $X_{\mathrm{DOM}} \approx X_{\mathrm{DE}}$ leads to a slight overestimation of CH_4 emissions from manure management.

The ash content of feed is 6.5 % according to RHG (2006), related to fresh matter. Related to a typical dry matter content of 88 % the ash content is 7.4 %.

Due to lack of information, the feeding-related data are assumed to be constant with time and space.

Feeding data provided in DLG (2005), pg. 46, for N reduced feeding allow for the derivation of a fresh matter raw protein content of 0.146 kg kg^{-1} (averaged over all feeding phases). This corresponds to a fresh matter N content of 0.0234 kg kg^{-1}. Related to dry matter (using a dry matter content of 88 kg kg^{-1}, see above), this leads to a N content of 0.0206 kg kg^{-1}. However, due to lack of data on the temporal and spatial distribution, the N reduced feeding cannot be account for in the inventory.

The inventory does not calculate the amount of gross energy GE as is not needed for the VS calculation method used in the present inventory.

Das Inventar rechnet mit einem Trockenmassegehalt des Junghennenfutters von 0,88 kg kg^{-1} und einem darauf bezogenen N-Gehalt von 0,0247 kg kg^{-1}. Beide Werte ergeben sich aus den den in HALLE (2002), Tabelle 1 angegebenen Futtermischungen und entsprechenden, aus BEYER et al. (2004) entnommenen Trockenmasse- und Rohproteingehalten der einzelnen Futterkomponenten. Daraus ergeben sich – bezogen auf Frischmasse - ein mittlerer spezifischer GE-Gehalt von $\eta_{\mathrm{GE,\,feed}}$ = 15,77 MJ kg^{-1} und ein mittlerer spezifischer DE-Gehalt von $\eta_{\mathrm{DE,\,feed}}$ = 12,28 MJ kg^{-1}, sowie die Verdaulichkeit von Energie X_{DE} = 0,779 MJ MJ^{-1} und die Umsetzbarkeit von Energie X_{ME} = 0,711 MJ MJ^{-1} (HAENEL und DÄMMGEN, 2007a).

Die Verdaulichkeit von organischer Substanz $X_{\mathrm{DOM,\,br}}$ ist nicht bekannt. Sie wird durch $X_{\mathrm{DE,\,br}}$ ersetzt. Da die Verdaulichkeit von Energie etwas niedriger als die von organischer Substanz ist, bewirkt diese Annahme eine leichte Überschätzung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Der Aschegehalt des Futters beträgt nach RHG (2006) 6,5 % der Frischmasse bzw. 7,4 % der Trockenmasse (typischer Trockenmassegehalt von 88 %).

Mangels besserer Informationen werden die Futterkennwerte als zeitlich und räumlich konstant angesehen.

Aus Fütterungsdaten in DLG (2005), S. 46, lässt sich für die N-reduzierte Fütterung ein über alle Phasen gemittelter Frischmasse-Rohproteingehalt von 0,146 kg kg^{-1}, entsprechend einem N-Gehalt in der Futterfrischmasse von 0,0234 kg kg^{-1}, ableiten. Bezogen auf Trockenmasse (bei einem Trockenmassegehalt von 0,88 kg kg^{-1}, s. o) ist das ein N-Gehalt von 0,0206 kg kg^{-1}. Eine N-reduzierte Fütterung kann im Inventar aber mangels Informationen zur räumlichen und zeitlichen Verteilung nicht berücksichtigt werden.

Die GE-Aufnahme mit dem Futter wird im Inventar nicht berechnet, da sie für die aktuell verwendete VS-Berechnungsmethode nicht benötigt wird.

8.5.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung nicht berechnet (IPCC(2006)-10.27).

8.5.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1..

For the required data see Capter 8.5.4.

IPCC (2006) does not provide B_o and *MCF* default data for pullets. Hence, as there are no national data, Germany uses the maximum B_o value provided by IPCC (2006), Table 10A-9, for poultry (laying hens, 0.39 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$). For the MCF the inventory uses the value provided by IPCC (2006) for laying hens, broilers, ducks and turkeys (0.015 m^3 m^{-3}).

The MCF for anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of emission factors in Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren verwendet, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Für die erforderlichen Daten siehe Kapitel 8.5.4.

IPCC (2006) gibt für Junghennen keine Defaultwerte für B_o und *MCF* an. Mangels deutscher Daten wird daher der der höchsten B_o-Wert verwendet, der aus IPCC (2006), Table 10A-9, für Geflügel zu entnehmen ist (Legehennen): 0,39 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$. Für den MCF wird der in IPCC (2006) für Legehennen, Masthähnchen, Enten und Puten angegebene Wert angesetzt: 0,015 m^3 m^{-3}.

Der *MCF*-Wert für die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung wird berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

8.5.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

8.5.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of the emissions of nitrogen species is based on the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} in UAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage (see Chapter 3.3.4.4.1).

Die Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} in UAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

8.5.8.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

The annual N excretion of pullets is quantified using the mass balance approach:

Die jährliche N-Ausscheidung von Junghennen wird über die Stoffbilanz errechnet:

$$m_{excr} = m_{feed} - m_g \quad \textbf{(8.24)}$$

m_{excr} amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{feed} amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_g amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

The contents of uric acid and ammonium N (UAN) are calculated. The results are close to the standard value of 70 % given in EMEP (2013), pg. 27, Table 3.7 for various poultry categories (where, however, pullets are not mentioned explicitly).

Der Gehalt an Harnsäure- und Ammonium-N (UAN) wird berechnet und liegt dicht beim Standardwert von 70 %, wie er von EMEP (2013), S. 27, Table 3.7, für verschiedene Geflügelkategorien angegeben wird (wobei Junghennen allerdings nicht explizit erwähnt werden).

8.5.8.1.1 *N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter*

Feeding according to requirements yields:

Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt:

$$m_{\text{feed}} = \alpha \cdot x_{\text{N}} \cdot m_{\text{F, DM}} \tag{8.25}$$

m_{feed}	annual nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
x_{N}	nitrogen content of feed, related to dry matter (in kg kg^{-1} N), see Chapter 8.5.4
$m_{\text{F, DM}}$	daily feed intake, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1}), see Chapter 8.5.4

8.5.8.1.2 *N retention / N-Retention*

LFL (2006a), Table 8, report a specific N retention of 0.035 kg kg^{-1} N. Thus, N retained amounts to

Die spezifische Retention beträgt nach LFL (2006a), Tabelle 8, 0,035 kg kg^{-1} N. Daraus folgt:

$$m_{\text{g}} = \alpha \cdot x_{\text{N, ret, pu}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{pu}}}{\tau_{\text{lifespan, pu}}} \tag{8.26}$$

m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$x_{\text{N, ret, pu}}$	N retained by pullets (in kg kg^{-1} N), see above
Δw_{pu}	weight gain during lifetime as pullet, according to Chapter 3.1.2.5 (in kg an^{-1}), see Chapter 8.5.2
$T_{\text{lifespan, pu}}$	duration of lifetime as pullet (in d), see Chapter 8.5.2

8.5.8.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. According to KTBL (2006), pg. 568 and 570, an amount of straw fresh matter input of 0.75 kg per place and year is assumed.

For the properties of straw see Chapter 3.3.4.3.2.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Nach KTBL (2006), S. 568 und 570,, wird eine Einstreumenge von 0,75 kg Strohfrischmasse pro Platz und Jahr angenommen.

Zu den Stroh-Eigenschaften siehe Kapitel 3.3.4.3.2.

8.5.8.3 *Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren*

A survey discussed in EURICH-MENDEN et al. (2011) reveals that for pullets no data exist that allow for the derivation of a NH_3 emission factor (emission per place and year) for pullet houses. The approach suggested in EURICH-MENDEN et al. (2011) uses fixed emission factors per place cannot be used, as the inventory calculations presuppose emission factors related to the rate of N excreted per place. However, there is a similarity of pullet housing with the keeping of laying hens in floor management or aviaries and the broiler housing. Both for laying hens and broilers the respective NH_3 emission factor used in the inventory is 0.09 kg kg^{-1} related to N excretion (see Chapters 8.3.8.3 and 8.4.6.5). This emission factor is adopted for pullets accordingly.

For storage no partial NH_3emission factor is known. Hence, in the inventory the value given by EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, for broilers is adopted for pullets: 0.17 kg kg^{-1} N. The factor relates to the UAN amount entering

Nach einer Literaturrecherche in EURICH-MENDEN et al. (2011) existieren für Junghennen keine Daten zur Ableitung eines auf den Tierplatz bezogenen nationalen NH_3-Emissionsfaktors für den Stall. Die in EURICH-MENDEN et al. (2011) vorgeschlagene Schätzung des Emissionsfaktors ist für das Inventar nicht verwendbar, da letzteres einen auf die N-Ausscheidung bezogenen Emissionsfaktor erfordert. Einen Ausweg bietet die Ähnlichkeit des Junghennenhaltungsverfahrens mit der Bodenhaltung von Legehennen und der Haltung von Masthähnchen. In beiden Fällen verwendet das Inventar einen auf die N-Ausscheidung bezogenen NH_3-Emissionsfaktor von 0,09 kg kg^{-1} (siehe Kapitel 8.3.8.3 und 8.4.6.5). Dieser Emissionsfaktor wird für Junghühner übernommen.

Für das Lager ist kein partieller NH_3-Emissionsfaktor bekannt. Es wird der für Masthähnchen in EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, angegebene Wert übernommen: 0,17 kg kg^{-1} N. Der Faktor bezieht sich auf die UAN-Menge,

the storage. (For UAN see Chapter 3.3.3.2).

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage. The respective emission factors are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

It is assumed that manure is broadcast with incorporation within 24 hours. The respective emission factor is 0.45 kg kg^{-1} N related to UAN (see Table 8.3).

The emission factors for N_2O, NO and N_2 are combined factors for house and storage, see Chapter 8.2, Table 8.2.

The emission factors for the separate storage type "anaerobic digestion of poultry manure" are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

die ins Lager gelangt. (Zu UAN siehe Kapitel 3.3.3.2).

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar. Die zugehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Es wird von einer Ausbringung mit Breitverteiler und einer Einarbeitung innerhalb von 24 h ausgegangen. Hierfür beträgt nach Table 8.3 der NH_3-Emissionsfaktor 0,45 kg kg^{-1} N (bezogen auf vorhandenes UAN).

Zu den für Stall und Lager zusammengefassten Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 siehe Kapitel 8.2, Table 8.2.

Die zum eigenständigen Lagertyp „Vergärung von Geflügelkot" gehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager" wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

8.5.8.4 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

8.5.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

EMEP(2013) do not provide PM emission factors for pullets. Based on the assumption that conditions in pullet and broiler husbandry are comparable, the emission factors for broilers are adopted (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). The emission factors are listed in Table 8.18.

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5..

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

EMEP(2013) gibt für Junghennen keine PM-Emissionsfaktoren an. Unter der Annahme vergleichbarer Verhältnisse bei der Junghennen- und Masthähnchen-Haltung werden die Emissionsfaktoren von Masthähnchen übernommen (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4). Die Emissionsfaktoren sind in Table 8.18 angegeben.

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 8.18: Pullets, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.069	0.069	0.0091

Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4 (broiler data)

8.5.10 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 8.19: Pullets, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.23	
		NMVOC	EM1007.23	
		NH_3	EM1009.23	
		N_2O	EM1009.53	
		NO	EM1009.83	
		TSP	EM1010.23	
		PM_{10}	EM1010.53	
		$PM_{2.5}$	EM1010.83	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.28	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	IEF1005.23	
		NMVOC	IEF1007.23	
		NH_3	IEF1009.22	
		N_2O	IEF1009.50	
		NO	IEF1009.78	
		TSP	IEF1010.22	
		PM_{10}	IEF1010.50	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.78	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.35	AI1005POU.51
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.85	EXCR.86

8.6 Geese / Gänse

In Germany, the production of geese is of minor importance only. Data are sparse.

Geese are kept in in stables with an adjacent free-range area. However, due to the simple description of geese, this cannot be accounte for in the inventory.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 8.20.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Gänse-Haltung ist in Deutschland von untergeordneter Bedeutung. Die Verfügbarkeit von Daten ist eingeschränkt.

Gänse werden im Stall mit Freilandhaltung gehalten. Dies findet wegen der einfachen Behandlung der Gänse im Inventar aber keine Berücksichtigung.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.20 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 8.20: Geese, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation		
CH_4	manure management	1	IPCC
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	1	EMEP
N_2O, NO, N_2	manure management	1	IPCC
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

8.6.1 Animal numbers / Tierzahlen

Poultry numbers have been surveyed in each agricultural-structure surveys, i.e. until 1996 in each even year, from 1999 to 1997 in each odd year and 2010 in the LZ 2010 census (STATLA C III 1 – vj 4, see also Chapter 3.4.2.1). For 2011 and 2012 no official poultry numbers are available. The closure of data gaps is described in Chapter 3.4.2.2.

For poultry numbers a standard error of 5 % is assumed (normal distrubution). Then half the 95 % confidence interval is 10 %.

Geflügelzahlen wurden in jeder Agrarstrukturerhebung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren, 1999 bis 2007 in allen ungeraden Jahren und 2010 in der LZ 2010 (STATLA C III 1 – vj 4, siehe auch Kapitel 3.4.2.1). Für 2011 und 2012 stehen keine offiziellen Geflügelzahlen zur Verfügung. Zur Schließung der Datenlücken siehe Kapitel 3.4.2.2.

Für Geflügelzahlen wird ein Standardfehler von 5 % angenommen (Normalverteilung). Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt 10 %.

8.6.2 Animal weights / Tiergewichte

In Germany, geese are – almost without exception – produced in a way that they are slaughtered in November/December with a weight of 7 kg an^{-1}. Predominant is a mean weight gain (”Mittelmast”) (KTBL, 2005a, pg. 719).

Gänse werden in Deutschland praktisch ausschließlich so produziert, dass sie im November/Dezember mit einem Gewicht von ca. 7 kg an^{-1} geschlachtet werden. Regelform der Mast ist die Mittelmast (KTBL, 2005a, S. 719).

8.6.3 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung nicht berechnet (IPCC(2006)-10.27).

8.6.4 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

Due to the lack of a description of feed and energy intake by geese, VS excretions cannot be calculated. No default value is available, cf. IPCC (2006), Table 10A-9. Hence, CH_4 emissions from manure management can be quantified only by using the Tier 1 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

However, IPCC (2006) does not provide an emission factor for geese. As an auxiliary emission factor, the inventory uses the emission factor given in IPCC (1006)-3-4.47 for poultry (0,078 kg pl^{-1} a^{-1} CH_4.)

VS-Ausscheidungen können mangels einer Beschreibung der Futter- und Energieaufnahme der Gänse nicht berechnet werden. Ein VS-Defaultwert existiert ebenfalls nicht, vgl. IPCC(2006), Table 10A-9. Daher wird CH_4 aus dem Wirtschaftsdünger-Management mit dem Stufe-1-Verfahren (siehe Kapitel 3.3.4.1) berechnet.

Allerdings gibt IPCC (2006) keinen Emissionsfaktor für Gänse an. Daher wird der in IPCC(1996)-3-4.47 für Geflügel angegebene Wert von 0,078 kg pl^{-1} a^{-1} CH_4 für Gänse beibehalten.

The MCF for anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of emission factors in Tier-1 approaches to be about 30 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

In the inventory, there is no calculation of CH_4 from bedding material.

Note: In context of the aggregation of poultry data to mean results of the overall animal category "poultry" (see Chapter 8.9), for geese a plausible B_o is assumed allowing for the recalculation of VS ecretion from the CH_4 emission estimated by Tier 1 methodology.

Der *MCF*-Wert für die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung wird berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit des Emissionsfaktors bei Anwendung von Stufe-1-Verfahren auf 30 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

Eine CH_4-Berechnung aus Einstreu findet im Inventar nicht statt.

Hinweis: Im Zusammenhang mit der Aggregierung aller Geflügeldaten zu mittleren Ergebnissen für die Sammelkategorie „Geflügel" wird für Gänse ein B_o-Wert angenommen und damit aus der nach Stufe 1 berechneten CH_4-Emission eine VS-Ausscheidung erschlossen.

8.6.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

8.6.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of the emissions of nitrogen species is based on the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} in UAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage (see Chapter 3.3.4.4.1).

As no national value is available, the EMEP default NH_3 emission factor of 0.57 kg kg^{-1} NH_3-N (related to UAN excretion; for UAN see Chapter 3.3.3.2) is used in the inventory (EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7). According to DLG (2005), pg. 53, geese excrete 554 g an^{-1} = 554 g pl^{-1} a^{-1} N. A fraction of 70 % of the nitrogen excreted is assumed to be UAN (according to EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7,).

For the partial NH_3 emission factor for storage, the value given in EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, is used: 0.16 kg kg^{-1} N. The factor relates to the UAN amount entering the storage.

Due to lack of data, N inputs with bedding material are not taken into account.

For spreading, a factor of 0.45 kg kg^{-1} related to UAN is used, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 8.3).

The emission factors for N_2O, NO and N_2 are combined factors for house and storage, see Chapter 8.2, Table 8.2.

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

Die Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} in UAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

In Ermangelung eines nationalen Wertes für den partiellen NH_3-Emissionsfaktor für den Stall wird nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, ein NH_3-Emissionsfaktor von 0,57 kg kg^{-1} NH_3-N bezogen auf die UAN-Ausscheidung angesetzt. (Zu UAN siehe Kapitel 3.3.3.2). DLG (2005), S. 53, gibt für die N-Ausscheidung 554 g an^{-1} = 554 g pl^{-1} a^{-1} an. Der UAN-Gehalt wird nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, mit 70 % angenommen.

Der partielle NH_3-Emissionsfaktor für das Lager wird nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, mit 0,16 kg kg^{-1} N angesetzt. Der Faktor bezieht sich auf die UAN-Menge, die ins Lager gelangt.

N-Einträge durch Einstreu werden mangels Daten nicht berücksichtigt.

Für die Ausbringung wird ein Emissionsfaktor von 0,45 kg kg^{-1} NH_3-N bezogen auf UAN verwendet (vgl. Table 8.3, Einarbeitung innerhalb 24 h).

Zu den für Stall und Lager zusammengefassten Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 siehe Kapitel 8.2, Table 8.2.

Indirekte N2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the total NH_3 emissions from animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die Summe der NH_3-Emissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager“ wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

8.6.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 8.21 (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 8.21 angegeben (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 8.21: Geese, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.24	0.24	0.032
Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4				

8.6.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 8.22: Geese, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.24	
		NMVOC	EM1007.24	
		NH_3	EM1009.24	
		N_2O	EM1009.54	
		NO	EM1009.84	
		TSP	EM1010.25	
		PM_{10}	EM1010.54	
		$PM_{2.5}$	EM1010.84	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.30	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	IEF1005.24	
		NMVOC	IEF1007.24	
		NH_3	IEF1009.23	
		N_2O	IEF1009.51	
		NO	IEF1009.79	
		TSP	IEF1010.24	
		PM_{10}	IEF1010.51	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.79	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.52	AI1005CAT.66
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.87	EXCR.88

8.7 Ducks / Enten

Duck production has been increasing in Germany which justifies a description which is more detailed than a Tier 1 approach.

In Germany, ducks are mostly kept in stables with bedding. Due to lack of data, the inventory does not consider duck husbandry in free ranges.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 8.23.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Die Produktion von Enten nimmt in Deutschland erheblich zu. Dies rechtfertigt eine Behandlung, die über ein Stufe-1-Verfahren hinaus geht.

Enten werden in Deutschland vornehmlich in Ställen mit Einstreu gehalten. Freilandhaltung kann im Inventar mangels Daten nicht berücksichtigt werden.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.23 zusammengestellten Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 8.23: Ducks, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation		
CH_4	manure management	2	IPCC
NMVOC	manure management	1	EMEP
NH_3	manure management	2	EMEP
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	2	EMEP

8.7.1 Animal numbers / Tierzahlen

Poultry numbers have been surveyed in each agricultural-structure surveys, i.e. until 1996 in each even year, from 1999 to 1997 in each odd year, 2010 in the LZ 2010 census (StatLA C III 1 – vj 4, see also Chapter 3.4.2.1), and 2013 in an agricultural-structure survey. For 2011 and 2012 no official poultry numbers are available. They were estimated by linear interpolation between 2010 and 2013.

For poultry numbers a standard error of 5 % is assumed (normal distrubution). Then half the 95 % confidence interval is 10 %.

Geflügelzahlen wurden in jeder Agrarstrukturerhebung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren, 1999 bis 2007 in allen ungeraden Jahren, 2010 in der LZ 2010 (StatLA C III 1 – vj 4, siehe auch Kapitel 3.4.2.1) und 2013 in einer Agrarstrukturerhebung. Für 2011 und 2012 stehen keine offiziellen Geflügelzahlen zur Verfügung. Sie wurden durch lineare Interpolation zwischen 2010 und 2013 geschätzt.

Für Geflügelzahlen wird ein Standardfehler von 5 % angenommen (Normalverteilung). Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt 10 %.

8.7.2 Animal weights and duration of fattening period / Tiergewichte und Mastdauer

In Germany, nearly only Peking ducks are produced (expert judgement Höppner). Hence, the inventory interpretes all officially counted ducks as Peking ducks. The duckling weight is 0,055 kg an^{-1}, the final weight 3.0 kg an^{-1} (Brehme, 2007).

The total lifespan (rearing and fattening) is assumed to be 49 d (cf. Tüller, 1999, pg. 131). This means that about 7.4 animals are produced annually on a mean animal place (see Chapters 3.1.2.2 und 3.1.2.3).

In Deutschland werden zu einem ganz überwiegenden Teil Pekingenten produziert (Mitteilung Höppner), weshalb das Inventar alle gezählten Enten als Pekingenten rechnet. Das Kükengewicht beträgt 0,055 kg an^{-1}, das mittlere Endgewicht 3,0 kg an^{-1} (Brehme, 2007).

Die Lebensdauer (Aufzucht und Mast) wird mit 49 d angesetzt (vgl. Tüller, 1999, S. 131). Damit werden auf einem mittleren Tierplatz (siehe Kapitel 3.1.2.2 und 3.1.2.3) rund 7,4 Tiere pro Jahr produziert.

8.7.3 Energy requirements /Energiebedarf

Assuming a feed intake according to the requirements, the mean daily requirements of metabolizable energy can be calculated from the amount of feed intake and the ME content of the feed:

Der mittlere tägliche Bedarf an metabolisierbarer Energie kann unter der Annahme bedarfsgerechter Fütterung aus Futteraufnahme und ME-Gehalt des Futters berechnet werden:

$$ME_{du} = \eta_{ME,\ feed} \cdot m_{F,\ FM} \qquad \textbf{(8.27)}$$

ME_{du} daily metabolisable energy required (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)
$\eta_{ME,\ feed}$ content of metabolisable energy in duck diet, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME)
$m_{F,\ FM}$ daily feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} d^{-1} FM), see Chapter 8.7.4

8.7.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

The daily feed intake (fresh matter) per place is calculated as follows (averaged over lifespan):

Für die tägliche Futteraufnahme (Frischmasse) pro Tierplatz gilt (Mittelwert über Lebensdauer):

$$m_{\mathrm{F,\,FM}} = x_{\mathrm{feed,\,du}} \cdot \frac{\Delta w_{\mathrm{du}}}{\tau_{\mathrm{lifespan,\,du}}} \qquad \textbf{(8.28)}$$

$m_{\mathrm{F,\,FM}}$	daily feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} d^{-1} FM)
$x_{\mathrm{feed,\,du}}$	duck diet mass (fresh matter) needed for animal weight gain (in kg kg^{-1}), see below
Δw_{du}	animal weight gain during lifespan as defined in Chapter 3.1.2.4 (in kg an^{-1}), see below
$T_{\mathrm{lifespan,\,du}}$	duration of lifetime (in d), see Chapter 8.7.2

The feed conversion factor $x_{\mathrm{feed,\,du}}$ is estimated by linear interpolation of feed consumption data given by TÜLLER (1999), pg. 131, as function of total weight gain (final weight minus duckling weight):

Die Futterverwertung $x_{\mathrm{feed,\,du}}$ wird durch Interpolation der in TÜLLER (1999), S 131, angegebenen Daten zum Futterverbrauch in Abhängigkeit vom Zuwachs (Endgewicht abzgl. Kükengewicht) geschätzt:

$$x_{\mathrm{feed,du}} = \frac{1}{\Delta w_{\mathrm{du}}} \cdot \left(F_{\mathrm{du,1}} + w_{\mathrm{fin}} \cdot \frac{F_{\mathrm{du,2}} - F_{\mathrm{du,1}}}{w_2 - w_1} \right) \qquad \textbf{(8.29)}$$

$x_{\mathrm{feed,\,du}}$	duck diet mass (fresh matter) needed for animal weight gain (in kg kg^{-1})
Δw_{du}	animal weight gain during lifespan as defined in Chapter 3.1.2.4 (in kg an^{-1}), see below
$F_{\mathrm{du,\,1}}$	amount of feed needed to reach weight w_1 ($F_{\mathrm{du,\,1}}$ = 6.140 kg, see TÜLLER, 1999, pg. 131)
w_{fin}	final life weight (in kg, see Chapter 8.7.2)
$F_{\mathrm{du,\,2}}$	amount of feed needed to reach weight w_2 ($F_{\mathrm{du,\,2}}$ = 7.761 kg, see TÜLLER, 1999, pg. 131)
w_1	animal weight related to amount of feed $F_{\mathrm{du,\,1}}$ (w_1 = 2.823 kg, see TÜLLER, 1999, pg. 131)
w_2	animal weight related to amount of feed $F_{\mathrm{du,\,2}}$ (w_2 = 3.180 kg, see TÜLLER, 1999, pg. 131)

The calculation of the weight gain Δw_{du} is based on duckling weight and final weight, see Chapter 8.7.2. With a final weight of 3 kg an^{-1} (duckling weight 0.055 kg an^{-1}), $x_{\mathrm{feed,\,du}}$ amounts to 2,357 kg kg^{-1}.

This leads to the daily intake of dry matter (average over lifespan):

Die Gewichtszunahme Δw_{du} berechnet sich aus Küken- und Endgewicht, siehe Kapitel 8.7.2. Bei einem Endgewicht von 3 kg an^{-1} (Anfangsgewicht 0.055 kg an^{-1}) ergibt sich $x_{\mathrm{feed,\,du}}$ = 2,357 kg kg^{-1}.

Daraus ergibt sich die tägliche Trockenmasseaufnahme (Mittelwert über Lebensdauer):

$$m_{\mathrm{F,\,DM}} = x_{\mathrm{DM}} \cdot m_{\mathrm{F,\,FM}} \qquad \textbf{(8.30)}$$

$m_{\mathrm{F,\,DM}}$	daily feed intake, dry matter (in kg pl^{-1} d^{-1} DM)
$m_{\mathrm{F,\,FM}}$	daily feed intake, fresh matter (in kg pl^{-1} d^{-1} FM)
x_{DM}	dry matter content of feed (kg kg^{-1}), see below

According to JEROCH und DÄNICKE (2005), pg. 166, the ME content of duck fattening ($\eta_{\mathrm{ME,\,feed}}$) diet related to fresh matter is 11.5 MJ kg^{-1} ME, while BREHME (2007) reports a ME content of 12 MJ kg^{-1} ME to 12.5 MJ kg^{-1} ME. The inventory uses 12 MJ kg^{-1} ME, related to fresh matter.

For the content of crude protein in duck feed, data in JEROCH und DÄNICKE (2005), pg. 166, allow for the derivation of a weighted mean: $x_{\mathrm{XP,\,feed}}$ = 0.166 kg kg^{-1} XP), related to fresh matter

No data are available for the digestibility $X_{\mathrm{DE,\,du}}$. Thus, as no value is available for broilers, the value used for pullets is used instead ($X_{\mathrm{DE,\,br}}$ = 0.779 MJ MJ^{-1}) (see Chapter 8.5.4).

The digestibility of organic matter X_{DOM} is unknown. It is replced with X_{DE}. As the digestibility of energy is somewhat lower than that of organic matter, the assumption $X_{\mathrm{DOM}} \approx X_{\mathrm{DE}}$ leads to a slight overestimation of

Nach JEROCH und DÄNICKE (2005), S. 166, liegt der Gehalt an umsetzbarer Energie in Entenmastfutter ($\eta_{\mathrm{ME,\,feed}}$) bei 11,5 MJ kg^{-1} ME bezogen auf Frischmasse. BREHME (2007) gibt 12 MJ kg^{-1} ME bis 12,5 MJ kg^{-1} ME an. Für das Inventar wird ein Wert von 12 MJ kg^{-1} ME angesetzt (bezogen auf Frischmasse).

Für den Rohproteingehalt des Entenfutters ($x_{\mathrm{XP,\,feed}}$) ergibt sich aus Daten in JEROCH und DÄNICKE (2005), S. 166, ein gewichtetes Mittel von 0,166 kg kg^{-1} XP, bezogen auf Frischmasse.

Für die Verdaulichkeit $X_{\mathrm{DE,\,du}}$ sind keine Daten bekannt, weshalb (in Ermangelung eines Masthähnchen-Wertes) der Junghennen-Wert 0,779 MJ MJ^{-1} übernommen wird (siehe Kapitel 8.5.4).

Die Verdaulichkeit von organischer Substanz $X_{\mathrm{DOM,\,br}}$ ist nicht bekannt. Sie wird durch $X_{\mathrm{DE,\,br}}$ ersetzt. Da die Verdaulichkeit von Energie etwas niedriger als die von organischer Substanz ist, bewirkt diese Annahme eine

CH_4 emissions from manure management.

The ash content of feed is 7.0 % according to RHG (2006), related to fresh matter. Related to a typical dry matter content of 88 % the ash content is 8.0 %.

Due to lack of information, the feeding-related data are assumed to be constant with time and space.

The inventory does not calculate the amount of gross energy GE as is not needed for the VS calculation method used in the present inventory.

leichte Überschätzung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Der Aschegehalt des Futters beträgt nach RHG (2006) 7,0 % bezogen auf Frischmasse. Bezogen auf einen typischen Trockenmassegehalt von 88 % entspricht dies 8,0 %.

Mangels besserer Informationen werden die Futterkennwerte als zeitlich und räumlich konstant angesehen.

Die GE-Aufnahme mit dem Futter wird im Inventar nicht berechnet, da sie für die aktuell verwendete VS-Berechnungsmethode nicht benötigt wird.

8.7.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung nicht berechnet (IPCC(2006)-10.27).

8.7.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

For the required data see Capter 8.7.4.

According to IPCC(2006)-10.82, the maximum methane producing capacity B_o and the methane conversion factor *MCF* are 0.36 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$ and 0.01 m^3 m^{-3} respectively. The *MCF,* however, is considered inconsistent in comparison with other poultry keeping in mind that it is almost impossible to keep a duck house "dry". Thus, this inventory uses an MCF of 0.015 m^3 m^{-3} as given for other poultry species.

The MCF for anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of emission factors in Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren verwendet, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids") werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Zu den benötigten Daten siehe Kapitel 8.7.4.

Nach IPCC(2006)-10.82 betragen die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o 0,36 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$ und der Methan-Umwandlungsfaktor *MCF* für alle in Deutschland vorkommenden Jahresmitteltemperaturen 0,01 m^3 m^{-3}. Der MCF erscheint allerdings ungerechtfertigt, da es nahezu unmöglich ist, einen Entenstall „trocken" zu halten. Es wird daher der für andere Geflügelarten angegebene MCF von 0,015 m^3 m^{-3} CH_4 verwendet.

Der *MCF*-Wert für die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung wird berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

8.7.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

8.7.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of the emissions of nitrogen species is based on the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} in UAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage (see Chapter 3.3.4.4.1).

Die Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} in UAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

8.7.8.1 *N excretion rates / N-Ausscheidungen*

The annual N excretion of ducks is quantified using the mass balance approach. As input data are constant in space and time, the calculated N excretion is the same for alle federal states and years.

Die jährliche N-Ausscheidung von Enten wird über die Stoffbilanz errechnet. Mangels räumlicher und zeitlicher Differenzierung der Eingangsdaten ist das Ergebnis für alle Bundesländer und Jahre gleich.

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} \quad \textbf{(8.31)}$$

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

Feeding according to requirements yields:

Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt:

$$m_{\text{feed}} = \alpha \cdot x_{\text{N, XP}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot m_{\text{F, FM}} \quad \textbf{(8.32)}$$

m_{feed}	annual amount of nitrogen intake with feed (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$x_{\text{N, XP}}$	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N, XP}}$ = 1/6.25 kg kg^{-1} N)
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in duck diet (kg kg^{-1} XP), see Chapter 8.7.4
$m_{\text{F, FM}}$	daily feed intake, averaged over lifespan, fresh matter (in kg pl^{-1} d^{-1} FM), see Chapter 8.7.4

According to LFL (2006a), Table 8, the specific N retention $x_{\text{N, ret, du}}$ is assumed to be 0.035 kg kg^{-1} N. Thus, N retained amounts to

Die spezifische Retention $x_{\text{N, ret, du}}$ wird nach LFL (2006a), Tabelle 8, mit 0,035 kg kg^{-1} N angesetzt. Daraus folgt für die N-Retention:

$$m_{\text{g}} = \alpha \cdot x_{\text{N, ret, du}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{du}}}{\tau_{\text{lifespan, du}}} \quad \textbf{(8.33)}$$

m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$x_{\text{N, ret, du}}$	specific N retention (in kg kg^{-1} N), see above
Δw_{du}	animal weight gain during lifespan as defined in Chapter 3.1.2.4 (in kg an^{-1}), see below
$T_{\text{lifespan, du}}$	duration of lifetime (in d), see Chapter 8.7.2

According to Chapter 3.3.3.2, the share of UAN in the N excretions is calculated using the digestibility given in Chapter 8.7.4. One obtains 49.9 %, a result which is well below the default value of 70 % given in EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7.

Der UAN-Gehalt im ausgeschiedenen N wird entsprechend Kapitel 3.3.3.2 mit Hilfe der Verdaulichkeit (siehe Kapitel 8.7.4) berechnet: Es ergibt sich ein Wert von 49,9 % (abweichend vom Standardwert von 70 % nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7).

8.7.8.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. During the fattening of one duck about 3 kg straw is used (Brehme, 2007). With 7.4 animals produced per mean animal place (see Chapter 8.7.2) this amounts to about 22 kg straw per place and year.

For the properties of straw see Chapter 3.3.4.3.2.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Je produzierte Ente werden ca. 3 kg Stroh veranschlagt (Brehme, 2007). Bei 7,4 produzierten Tieren pro Jahr (siehe Kapitel 8.7.2) entspricht dies einer jährlichen Einstreumenge von rund 22 kg pro Platz und Jahr.

Zu Stroh-Eigenschaften siehe Kapitel 3.3.4.3.2.

8.7.8.3 *Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren*

The NH_3 emission factor for housing is based on emission factors collated by the KTBL working group on emission factors for animal husbandry (KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“, EURICH-MENDEN et al., 2011). According to Eurich-Menden et al. (2011) the emisson factor is 0,146 kg NH_3 (pl · a)$^{-1}$. For

Der NH_3-Emissionsfaktor für den Stall basiert auf den Ergebnissen der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ (EURICH-MENDEN et al., 2011), die die NH_3-Emission pro Tierplatz und Jahr mit 0,146 kg NH_3 (pl · a)$^{-1}$ angibt. Für das Inventar ist eine Umrechnung auf NH_3-N sowie der Bezug auf die ausgeschiedene N-Menge er-

the inventory, this emission factor has to be converted into an emission factor related to N excreted. DLG (2005), pg. 52, provides a standard N excretion of 1,482 kg N per place and year. This value has to be approximately halved in order to account for the fact that for its derivation the total N excretion during the duck's total lifespan had been related only to the fattening period which is only about one half of the total lifespan. This is confirmed by applying the N excretion formula derived for the inventory to the DLG duck (final weight 3.4 kg an^{-1}) and using the number of production cycles given in DLG (2005), pg. 52 (6.5 cycles per year). It approximatley yields half the N excretion given in DLG (2005): 0.751 kg N per place and year. This value is used for the conversion of the above mentioned KTBL emission factor of 0,146 kg NH_3 $(pl \cdot a)^{-1}$ to the N excretion-related value of 0,160 kg NH_3-N $(kg \cdot a)^{-1}$.

For the partial NH_3 emission factor for storage, the value given in EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, is used: 0.24 kg kg^{-1} N. The factor relates to the UAN amount entering the storage.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage. The respective emission factors are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

For spreading, a factor of 0.45 kg kg^{-1} related to UAN is used, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 8.3).

The emission factors for N_2O, NO and N_2 are combined factors for house and storage, see Chapter, Table 8.2.

The emission factors for the separate storage type "anaerobic digestion of poultry manure" are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

forderlich. DLG (2005), S. 52, gibt eine Standard-N-Ausscheidung von 1,482 kg N pro Platz und Jahr an. Dieser Wert muss aber in etwa halbiert werden, da er darauf beruht, dass die Gesamtausscheidung während der Lebensdauer auf die reine Mastphase bezogen wurde, die aber nur etwa die Hälfte der gesamten Lebensdauer umfasst. Die Anwendung der für das Inventar entwickelten N-Ausscheidungsformel auf die DLG-Ente (Endgewicht 3,4 kg an^{-1}) liefert unter Berücksichtigung von 6,5 Durchgängen pro Jahr (DLG, 2005, S. 52) denn auch ungefähr die Hälfte der DLG-Standdard-N-Ausscheidung: 0,751 kg N pro Platz und Jahr. Dieser Wert wird für die Umrechnung des o. g. Emissionsfaktors der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung" zugrunde gelegt, so dass sich der Emissionsfaktor schließlich zu 0,160 kg NH_3-N pro kg N-Ausscheidung und Jahr ergibt.

Der partielle NH_3-Emissionsfaktor für das Lager wird nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, mit 0,24 kg kg^{-1} N angesetzt. Der Faktor bezieht sich auf die UAN-Menge, die ins Lager gelangt.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar. Die zugehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Für die Ausbringung wird ein Emissionsfaktor von 0,45 kg kg^{-1} NH_3-N bezogen auf UAN verwendet (vgl. Table 8.3, Einarbeitung innerhalb 24 h).

Zu den für Stall und Lager zusammengefassten Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 siehe Kapitel 8.2, Table 8.2.

Die zum eigenständigen Lagertyp „Vergärung von Geflügelkot" gehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager" wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N_2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

8.7.8.4 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N_2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

8.7.9 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 8.21 (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 8.24 angegeben (EMEP(2013)-3B-53, Table A3-4).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 8.24: Ducks, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.14	0.14	0.018
Source: EMEP(2013)- 3B-53, Table A3-4				

8.7.10 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 8.25: Ducks, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.25	
		NMVOC	EM1007.25	
		NH_3	EM1009.25	
		N_2O	EM1009.55	
		NO	EM1009.85	
		TSP	EM1010.24	
		PM_{10}	EM1010.55	
		$PM_{2.5}$	EM1010.85	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.31	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	IEF1005.25	
		NMVOC	IEF1007.25	
		NH_3	IEF1009.24	
		N_2O	IEF1009.52	
		NO	IEF1009.180	
		TSP	IEF1010.23	
		PM_{10}	IEF1010.52	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.80	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.67	AI1005POU.81
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.89	EXCR.90

8.8 Turkeys / Puten

Turkey production has been increasing in Germany which justifies a detailed description. The sexual dimorphism makes it necessary to deal with cocks and hens separately in the inventory calculations. Free range husbandry is not considered due to lack of data.

The emissions are calculated according to the methods compiled in Table 8.26.

For the choice of the methods see Chapter 3.2.3.

Die Produktion von Puten nimmt in Deutschland erheblich zu. Dies rechtfertigt eine ausführliche Behandlung. Wegen des Geschlechtsdimorphismus behandelt das Inventar Hähne und Hennen getrennt. Freilandhaltung wird mangels Daten nicht berücksichtigt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.26 angegebenen Methoden.

Zur Methodenauswahl siehe Kapitel 3.2.3.

Table 8.26: Turkeys, calculation methods applied

Species	Origin	Tier	Method applied
CH_4	enteric fermentation		no method
CH_4	manure management	2	IPCC / national
NMVOC	manure management	1	EMEP / national
NH_3	manure management	2	EMEP / national
N_2O, NO, N_2	manure management	2	IPCC / national
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	manure management	1	EMEP

8.8.1 Animal numbers / Tierzahlen

Poultry numbers have been surveyed in each agricultural-structure surveys, i.e. until 1996 in each even year, from 1999 to 1997 in each odd year, 2010 in the LZ 2010 census (STATLA C III 1 – vj 4, see also Chapter 3.4.2.1), and 2013 in an agricultural-structure survey. For 2011 and 2012 no official poultry numbers are available. They were estimated by linear interpolation between 2010 and 2013.

German statistics do not differentiate between male and female turkeys. In order to generate gender-specific animal numbers, the turkey numbers reported in the census are disaggregated using the fraction of males as in the following relations:

Geflügelzahlen wurden in jeder Agrarstrukturerhebung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren, 1999 bis 2007 in allen ungeraden Jahren, 2010 in der LZ 2010 (STATLA C III 1 – vj 4, siehe auch Kapitel 3.4.2.1) und 2013 in einer Agrarstrukturerhebung. Für 2011 und 2012 stehen keine offiziellen Geflügelzahlen zur Verfügung. Sie wurden durch lineare Interpolation zwischen 2010 und 2013 geschätzt.

Die deutsche Statistik unterscheidet nicht zwischen weiblichen und männlichen Tieren. Zur Erzeugung geschlechtsspezifischer Tierzahlen werden die berichteten Putenzahlen unter Verwendung des Anteils der männlichen Tiere wie folgt aufgeschlüsselt:

$$n_{\mathrm{tu}} = n_{\mathrm{tm}} + n_{\mathrm{tf}} \quad \textbf{(8.34)}$$

$$n_{\mathrm{tm}} = n_{\mathrm{tu}} \cdot x_{\mathrm{tm}} \quad \textbf{(8.35)}$$

$$n_{\mathrm{tf}} = n_{\mathrm{tu}} \cdot (1 - x_{\mathrm{tm}}) \quad \textbf{(8.36)}$$

n_{tu} number of turkeys (census data) (in pl)
n_{tm} number of male turkeys (in pl)
n_{tf} number of female turkeys (in pl)
x_{tm} fraction of male turkeys produced (in pl pl^{-1})

The fraction of male turkeys x_{tm} produced is documented in DAMME (2001-2010) for the years 2000 – 2009. For the other years of the time series no data are available. Hence the xisting data were averaged and the result (55, 7 %) is used for all years from 1990 onwards.

For poultry numbers a standard error of 5 % is assumed (normal distrubution). Then half the 95 % confidence interval is 10 %.

Der Anteil männlicher Puten x_{tm} ist in DAMME (2001 - 2010) für 2000 - 2009 dokumentiert. Für die Jahre davor und danach liegen keine Daten vor, so dass die vorhandenen Daten gemittelt werden und der Mittelwert (55,7 %) für alle berichteten Jahre angenommen wird.

Für Geflügelzahlen wird ein Standardfehler von 5 % angenommen (Normalverteilung). Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt damit 10 %.

8.8.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

Turkey production in Germany is quasi industrial with uniform conditions. Hence, there is no need for regional differentiation.

Die quasi-industrielle Putenmast verläuft in Deutschland unter einheitlichen Bedingungen. Damit erübrigt sich eine regionale Differenzierung.

8.8.2.1 *Animal weights and fattening period durations / Tiergewichte und Mastdauern*

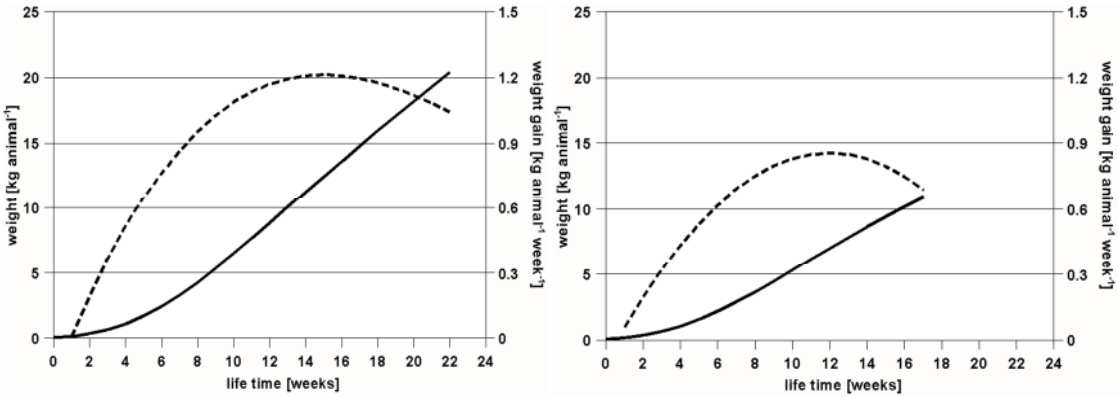
In Germany, the predominant genotype is B.U.T Big 6 (B.U.T.: British United Turkeys Ltd.). The inventory uses a default start weight of 60 g an^{-1} (HAUS DÜSSE, 2008). Males have a typical slaughter weight of 18 to 21.5 kg an^{-1}, typical production time is 19 to 23 weeks. Females are slaughtered with a weight of 8.5 to 10.5 kg after 14 to 17 weeks of fattening (KTBL, 2006a, pg. 604 ff; FELDHAUS and SIEVERDING, 2007, pg. 31 ff). For the duration of the fattening periods used in the inventory see Table 8.27.

The significant difference between the final live weights and the characteristics of the respective fattening process (see Figure 8.3), cocks and hens are treated separately in this inventory. However, the calculation procedures themselves are identical.

Bei der deutschen Putenproduktion dominiert der Genotyp B.U.T Big 6 (B.U.T.: British United Turkeys Ltd.). Das Inventar rechnet mit einem Kükengewicht von 60 g an^{-1} (HAUS DÜSSE, 2008). Hähne erreichen ein typisches Mastendgewicht von 18 bis 21,5 kg an^{-1} bei einer Mastdauer von 19 bis 23 Wochen. Hennen werden mit 8,5 bis 10,5 kg an^{-1} geschlachtet. Ihre Mastdauer beträgt 14 bis 17 Wochen (KTBL 2006a, S. 604 ff; FELDHAUS und SIEVERDING, 2007, S. 31 ff). Zu den im Inventar verwendeten Mastdauern siehe Table 8.27.

Wegen der erheblichen Unterschiede bei Mastmastverlauf und Mastendgewicht (siehe Figure 8.3) werden Hähne und Hennen im Inventar getrennt behandelt. Das Rechenverfahren selbst ist für beide Unterkategorien gleich.

Figure 8.3: Turkeys, typical animal weight and weight gain developments



Left: males, right: females; solid lines: weights; dotted lines: weight gains. (data source: DLG, 2005, pg. 51)

In order to reflect the development in turkey rearing since 1990, the inventory uses variable, year-dependent final live weights. Due to the uniform conditions of turkey fattening in Germany, these weights are used nationwide without regional differentiation.

For the inventory calculations the following input data were used:

For the years 1990 to 1992 and 2010 no data are available from the Poultry Almanacs. Hence the almanac data of 1993 are applied to 1990 to 1992, while for 2010 the data gaps were closed by linear interpolation (see data in italics in Table 8.27).

The duration of the fattening period ($\tau_{lifespan}$) and the final-weight data w_{fin} are taken from the poultry almanacs (PETERSEN, 1993-1999; DAMME, 2000-2013). For the years 1993 to 2001 the final weights have to be calculated using weight gain data $\Delta w_{tf}/\Delta t$ (PETERSEN, 1993-1999; DAMME, 2000-2002), duration-of-fattening-period data $\tau_{lifespan}$ and start weight data as mentioned above (HAUS DÜSSE, 2008). The daily feed intake m_F (mean value for the lifespan) is a function of the feed conversion rate X_{FC} (PETERSEN, 1993-1999; DAMME, 2000-2013) and the start and final weights. the input data for the emission calculations are displayed in Table 8.27.

Um die züchterische Entwicklung seit 1990 abbilden zu können, stützt sich das Inventar auf zeitlich variable Endgewichte, die in den Emissionsberechnungen aufgrund der Einheitlichkeit der Putenhaltung deutschlandweit einheitlich verwendet werden.

Für die Berechnungen des Inventars werden die im Folgenden beschrieben Eingangsdaten verwendet. In den Jahren 1990-1992 und 2010 sind keine Daten aus Geflügeljahrbüchern verfügbar, so dass für 1990-1992 die Daten aus 1993 angenommen werden und für 2010 die Datenlücken durch lineare Interpolation geschlossen wurden (in Table 8.27 kursiv dargestellt).

Die Masttage $\tau_{lifespan}$ und die Endgewichte w_{fin} stammen aus den Geflügeljahrbüchern (PETERSEN, 1993-1999; DAMME, 2000-2013). Für die Jahre 1993-2001 müssen die Endgewichte anhand von Gewichtszunahmen $\Delta w_{tf}/\Delta t$ (PETERSEN, 1993-1999; DAMME, 2000-2002), der Masttage $\tau_{lifespan}$ und des oben genannten Startgewichtes (HAUS DÜSSE, 2008) berechnet werden. Die über die Mastdauer gemittelte tägliche Futteraufnahme (m_F) ist eine Funktion der Futterverwertung X_{FC} (PETERSEN, 1993-1999; DAMME, 2000-2013) und des Start- und Mastendgewichtes. Für die den Berechnungen zugrunde liegenden Daten bzw. Zeitreihen siehe Table 8.27.

Table 8.27: Turkeys, animal performance and feed intake data from Poultry Almanacs and other sources

Symbols and units: $\tau_{lifespan, tm}$ duration of fattening period of male turkeys (in d ro^{-1}); $w_{fin, tm}$ final weight of male turkeys (in kg an^{-1}); $\Delta w_{tm}/\Delta t$ weight gain rate of male turkeys, averaged over lifespan (in g an^{-1} d^{-1}); $x_{feed, tm}$ feed conversion rate of male turkeys (in kg kg^{-1}); $m_{F, FM, tm}$ daily feed intake (fresh matter) of male turkeys, averaged over lifespan (in kg an^{-1} d^{-1}) ; $\tau_{lifespan, tf}$ duration of fattening period of female turkeys (in d ro^{-1}); $w_{fin, tf}$ final weight of female turkeys (in kg an^{-1}); $\Delta w_{tf}/\Delta t$ weight gain rate of female turkeys, averaged over lifespan (in g an^{-1} d^{-1}); $x_{feed, tf}$ feed conversion rate of male turkeys (in kg kg^{-1}); $m_{F, FM, tf}$ daily feed intake (fresh matter) per day of female turkeys, averaged over lifespan (kg an^{-1} d^{-1}).

	$\tau_{lifespan, tm}$	$w_{fin, tm}$	$\Delta w_{tm}/\Delta t$	$x_{feed, tm}$	$m_{F, FM, tm}$	$\tau_{lifespan, tf}$	$w_{fin, tf}$	$\Delta w_{tf}/\Delta t$	$x_{feed, tf}$	$m_{F, FM, tf}$
1990	*150.8*	*17.9*	*119.0*	*2.827*	*0.34*	*103.90*	*8.00*	*77.0*	*2.827*	*0.22*
1991	*150.8*	*17.9*	*119.0*	*2.827*	*0.34*	*103.90*	*8.00*	*77.0*	*2.827*	*0.22*
1992	*150.8*	*17.9*	*119.0*	*2.827*	*0.34*	*103.90*	*8.00*	*77.0*	*2.827*	*0.22*
1993	150.8	17.9	119.0	2.827	0.34	103.90	8.00	77.0	2.827	**0.22**
1994	150.8	17.9	119.0	2.827	0.34	103.90	8.00	77.0	2.827	**0.22**
1995	150.8	17.9	119.0	2.827	0.34	103.90	8.00	77.0	2.827	**0.22**
1996	150.8	17.9	119.0	2.827	0.34	103.90	8.00	77.0	2.827	**0.22**
1997	150.8	17.9	119.0	2.827	0.34	103.90	8.00	77.0	2.827	**0.22**
1998	150.8	17.9	119.0	2.827	0.34	103.90	8.00	77.0	2.827	**0.22**
1999	150.8	17.9	119.0	2.827	0.34	103.90	8.00	77.0	2.827	**0.22**
2000	147.5	19.8	134.0	2.640	0.35	111.00	9.99	90.0	2.640	**0.24**
2001	146.8	19.9	135.8	2.660	0.36	111.50	9.95	89.2	2.660	**0.24**
2002	146.0	19.5	133.2	2.680	0.36	112.00	9.87	87.6	2.680	**0.23**
2003	146.0	20.3	138.6	2.680	0.37	112.00	10.10	89.6	2.680	**0.24**
2004	145.0	20.3	139.7	2.710	0.38	111.00	10.07	90.2	2.710	**0.24**
2005	146.0	20.6	141.0	2.730	0.38	111.00	10.20	91.4	2.730	**0.25**
2006	146.0	21.1	144.4	2.700	0.39	112.50	10.69	94.5	2.700	**0.26**
2007	145.0	21.0	144.7	2.680	0.39	111.00	10.57	94.7	2.680	**0.25**
2008	141.0	20.5	145.1	2.670	0.39	108.00	10.17	93.6	2.670	**0.25**
2009	145.0	21.2	145.4	2.620	0.38	111.00	10.83	97.0	2.620	**0.25**
2010	*144.5*	*21.1*	*146.1*	*2.655*	*0.39*	*111.00*	*10.77*	*96.7*	*2.555*	***0.25***
2011	144.0	21.0	146.8	2.690	0.39	111.00	10.70	96.4	2.490	**0.25**
2012	143.0	21.5	150.0	2.760	0.41	113.00	10.79	95.5	2.520	**0.26**
2013	143.0	21.5	150.0	2.760	0.41	113.00	10.79	95.5	2.520	**0.26**

Sources: PETERSEN (1993 p.168, 1994 p. 164, 1995 p.181, 1996 p.184, 1997 p.192, 1998 p.193, 1999 p.196), DAMME (2000 p.204, 2001 p.189, 2002 p.201, 2003 p.76, 2004 p.85, 2009 p.87, 2010 p.70, 2013 p. 79); for further information see text.

8.8.2.2 *Energy requirements / Energiebedarf*

Assuming a feed intake according to the requirements, the mean daily requirements of metabolizable energy can be calculated from the amount of feed intake and the ME content of the feed:

Der mittlere tägliche Bedarf an metabolisierbarer Energie kann unter der Annahme bedarfsgerechter Fütterung aus Futteraufnahme und ME-Gehalt des Futters berechnet werden:

$$ME_{\text{tf / tm}} = \eta_{\text{ME, feed}} \cdot m_{\text{F, FM, tf / tm}} \qquad \textbf{(8.37)}$$

ME_{tf} / tm requirements of metabolisable energy (in MJ pl^{-1} d^{-1} ME)

$\eta_{ME, feed}$ content of metabolisable energy in turkey diet, related to fresh matter (in MJ kg^{-1} ME), see Chapter 8.8.2.3

$m_{F, FM, tf / tm}$ feed intake (fresh matter) of female or male turkeys (in kg pl^{-1} d^{-1}), see Chapter 8.8.2.3

8.8.2.3 *Feed intake and feed properties / Futteraufnahme und Futtereigenschaften*

In order to calculate VS excretions (see Chapter 8.8.4) the input data needed are the amount fo feed taken in per place and year as well as dry matter content and digestibility of the feed.

The daily feed intake is calculated separately for male and female turkeys:

Für die VS-Ausscheidungsberechnung (siehe Kapitel 8.8.4) werden als Eingangsgrößen die pro Tierplatz und Jahr aufgenommene Futtermenge sowie Trockenmassegehalt und Verdaulichkeit des Futters benötigt.

Die tägliche Futtermenge wird für weibliche und männliche Puten getrennt berechnet:

$$m_{\text{F, FM, tf / tm}} = x_{\text{feed, tf / tm}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{tf / tm}}}{\tau_{\text{lifespan, tf / tm}}} \qquad \textbf{(8.38)}$$

$m_{F, FM, tf / tm}$	feed intake (fresh matter) of female or male turkeys (in kg pl^{-1} d^{-1})
$x_{feed, tf / tm}$	diet mass (fresh matter) needed for animal weight gain (in kg kg^{-1}), see Chapter 8.8.2.1
$\Delta w_{tf / tm}$	animal weight gain during lifespan as defined in Chapter 3.1.2.4 (in kg an^{-1}), see Chapter 8.8.2.1
$T_{lifespan, tf/tm}$	duration of lifetime (in d), see Chapter 8.8.2.1

The digestibility $X_{DE, tu}$ is approximated by the digestibility of organic matter (67 %) as provided by SESKEVICIENE et al. (2005), i. e. $X_{DE, tu} = X_{DOM, tu} = 0{,}67$ MJ MJ^{-1}.

The digestibility of organic matter X_{DOM} is unknown. It is replced with X_{DE}. As the digestibility of energy is somewhat lower than that of organic matter, the assumption $X_{DOM} \approx X_{DE}$ leads to a slight overestimation of CH_4 emissions from manure management.

According to RHG (2006), the ash content of feed is 8 % for the starter phase, 6.5 % for the main phase and 5 % for the final phase. Taking into account that the main phase represents by far the greatest fraction of the total production cycle, its ash content (6.5 %) is assumed to be representative for the total production cycle. Based on the dry matter content of feed (88 %) the dry matter-related ash content is 7,4 %.

Due to lack of information, the feeding-related data are assumed to be constant with time and space.

In order to establish the N balance of the animal as a basis for the calculation of the emissions of N species the N content of the feed (x_N) is needed, see Chapter 8.8.6.1. The N content is derived from national data on turkey phase feeding, weighted with the amount of feed taken in, see Table 8.28. The data sets presented in Table 8.28 also show information on N reduced feeding. However, due to lack of data on the temporal and spatial distribution, the N reduced feeding cannot be account for in the inventory.

Für die Verdaulichkeit $X_{DE, tu}$ wird näherungsweise der von SESKEVICIENE et al. (2005) für organische Substanz ermittelte Wert von 67 % verwendet: $X_{DE, tu} = X_{DOM, tu} = 0{,}67$ MJ MJ^{-1} verwendet.

Die Verdaulichkeit von organischer Substanz $X_{DOM, br}$ ist nicht bekannt. Sie wird durch $X_{DE, br}$ ersetzt. Da die Verdaulichkeit von Energie etwas niedriger als die von organischer Substanz ist, bewirkt diese Annahme eine leichte Überschätzung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Der Aschegehalt des Futters beträgt, bezogen auf Frischmasse, nach RHG (2006) 8 % für die Starterphase, 6,5 % für die Mittelmast und 5 % für die Endmast. In Anbetracht des überwiegenden Zeitanteils der Mittelmast wird der entsprechende Aschegehalt als repräsentativ angesehen (6.5 %). Unter Berücksichtigung des Trockenmassegehaltes von 88 % ergibt sich daraus ein auf Trockenmasse bezogener Aschegehalt von 7,4 %.

Mangels besserer Informationen werden die Futterkennwerte als zeitlich und räumlich konstant angesehen.

Zur Erstellung der tierischen N-Bilanz als Grundlage für die Berechnung der Emissionen von N-Spezies wird der N-Gehalt x_N im Futter benötigt, siehe Kapitel 8.8.6.1. Dieser wird als mit der Futtermenge gewichtetes Mittel aus nationalen Daten zur Phasenfütterung abgeleitet, siehe Table 8.28. Diese Datenaufstellung zeigt auch Informationen zur N-reduzierten Fütterung. Mangels Daten zur regionalen und zeitlichen Verteilung kann eine mögliche N-reduzierte Fütterung in den Emissionsberechnungen derzeit aber nicht berücksichtigt werden.

Table 8.28: Turkeys, phase feeding, feed nitrogen contents (x_N) and specific ME contents ($\eta_{ME, feed}$); amounts of feed in fresh matter, nitrogen contents and specific ME contents related to fresh matter

Phase	lifetime period (weeks)	feed intake, males [a] (in kg)	feed intake, females [a] (in kg)	x_N [a] (in kg kg^{-1})	x_N, N reduced feed [a] (in kg kg^{-1})	$\eta_{ME, feed}$ [b] (in MJ kg^{-1})
turkeys A	1 to 2	0.47	0.43	0.0464	0.0464	11.0
turkeys B	3 to 5	2.44	2.02	0.0424	0.0424	11.0
turkeys C	6 to 9	7.38	5.97	0.0384	0.0368	11.4
turkeys D	10 to 13	11.09	8.80	0.0336	0.0320	11.4
turkeys E	14 to 17	13.90	10.68	0.0288 males 0.0296 females	0.0288 males 0.0296 females	11.8
turkeys F	18 to 22	21.50	---	0.0256	0.0240	12.6
overall feed intake (kg)		56.78	27.90			
weighted mean (in kg kg^{-1})				0.0305 males 0.0339 females	0.0294 males 0.0331 females	11.93 males 11.52 females

[a] Source: DLG, 2005, pg. 51
[b] Source: KTBL (2006), pg. 618

For the mean specific ME content of the feed ($\eta_{ME, feed}$) see Table 8.28.

The inventory does not calculate the amount of gross energy GE as is not needed for the VS calculation method used in the present inventory.

Der mittlere spezifische ME-Gehalt des Futters ($\eta_{ME, feed}$) ist Table 8.28 zu entnehmen.

Die GE-Aufnahme mit dem Futter wird im Inventar nicht berechnet, da sie für die aktuell verwendete VS-Berechnungsmethode nicht benötigt wird.

8.8.3 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung nicht berechnet (IPCC(2006)-10.27).

8.8.4 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using the Tier 2 methodology, see Chapter 3.3.4.1.

Volatile solids (VS) excretion rates are calculated using the modified IPCC approach described in DÄMMGEN et al. (2011a), see Chapter 3.3.3.1.

For the required data see Capter 8.8.2.3.

According to IPCC(2006)-10.82, the maximum methane producing capacity B_o and the methane conversion factor *MCF* are 0,36 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$ and 0.01 m^3 m^{-3} respectively.

The MCF for anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of emission factors in Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist. The uncertainty is interpreted as the standard error. A normal distribution is assumed.

Zur Berechnung der CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird das Stufe-2-Verfahren verwendet, siehe Kapitel 3.3.4.1.

Die VS-Ausscheidungen („volatile solids“) werden nach dem gegenüber IPCC modifizierten Verfahren von DÄMMGEN et al. (2011a) berechnet, siehe Kapitel 3.3.3.1.

Für die erforderlichen Daten siehe Kapitel 8.8.2.3.

Nach IPCC(2006)-10.82 betragen die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o 0,36 m^3 CH_4 (kg VS)$^{-1}$ und der Methan-Umwandlungsfaktor *MCF* für alle in Deutschland vorkommenden Jahresmitteltemperaturen 0,01 m^3 m^{-3}.

Der *MCF*-Wert für die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung wird berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit des berechneten Emissionsfaktors bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardfehler interpretiert. Es wird Normalverteilung angenommen.

8.8.5 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The calculation of NMVOC emissions follows the EMEP(2013) methodology, for emission factors and uncertainties see Chapter 3.3.4.2.

Die NMVOC-Emissionen werden nach EMEP(2013) berechnet, für Emissionsfaktoren und Angaben zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.2.

8.8.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of the emissions of nitrogen species is based on the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} in UAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage (see Chapter 3.3.4.4.1).

Die Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} in UAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

8.8.6.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

Data on N excretions is provided in DLG (2005), pg. 51/52. These data is not used in the inventory as it is constant in time and therefore does not reflect the progress in turkey breeding since 1990. Hence, the invenrory calculates N excretions from the N balance of the animal.

The annual N excretion per animal place is calculated from the amounts of feed, the N content of the feed and the N content of the animals. The respective equations are given for female turkeys but apply to male turkeys by analogy:

DLG (2005), S. 51/52, gibt N-Ausscheidungswerte an. Diese werden im Inventar nicht verwendet, da sie keine zeitliche Variabilität aufweisen und deshalb die züchterische Entwicklung seit 1990 nicht abbilden können. Daher wird die N-Ausscheidung mit Hilfe einer N-Bilanz berechnet.

Die jährlichen N-Ausscheidungen pro Tierplatz ergeben sich aus den Futtermengen, den N-Gehalten des Futters, dem Endgewicht und dem N-Gehalt der Tiere, wie hier für das Beispiel der weiblichen Putebn dargestellt wird (die Gleichungen gelten für männliche Puten sinngemäß):

$$m_{\text{excr,tf}} = m_{\text{feed,tf}} - m_{\text{g, tf}} \quad \textbf{(8.39)}$$

$m_{\text{excr, tf}}$	amount of nitrogen excreted (female turkeys) (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{feed, tf}}$	nitrogen intake with feed (female turkeys) (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$m_{\text{g, tf}}$	amount of nitrogen retained with growth (female turkeys) (in kg pl^{-1} a^{-1} N)

with

$$m_{\text{feed,tf}} = \alpha \cdot m_{\text{F, FM,tf}} \cdot x_{\text{N}} \quad \textbf{(8.40)}$$

$m_{\text{feed, tf}}$	nitrogen intake with feed (female turkeys) (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$m_{\text{F, FM, tf}}$	amount of feed taken in (fresh matter), female turkeys (in kg pl^{-1} d^{-1}), see Chapter 8.8.2.3
x_{N}	mean nitrogen content of feed (in kg kg^{-1} N), see Chapter 8.8.2.3

and

$$m_{\text{g, tf}} = \alpha \cdot x_{\text{N, ret, tu}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{tf}}}{\tau_{\text{lifespan, tf}}} \quad \textbf{(8.41)}$$

$m_{\text{g, tf}}$	amount of nitrogen retained with growth (female turkeys) (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
α	time units conversion factor (α = 365 d a^{-1})
$x_{\text{N, ret, tu}}$	mean N content of turkeys ($x_{\text{N, ret, tu}}$ = 0.035 kg kg^{-1} N, see DLG, 2005, pg. 12)
Δw_{tf}	animal weight gain during lifespan as defined in Chapter 3.1.2.4 (in kg an^{-1}), see Chapter 8.8.2.1
$T_{\text{lifespan, tf}}$	duration of lifetime (in d), see Chapter 8.8.2.1

The amount of UAN excreted is calculated as described for TAN in Chapter 3.3.3.2. (In the inventory, UAN is approximated by TAN).

Die ausgeschiedene Menge an UAN wie in Kapitel 3.3.3.2 für TAN beschrieben berechnet (UAN wird im Inventar näherungsweise mit TAN gleichgesetzt):

8.8.6.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

N inputs with bedding material is taken into account. Bedding material is assumed to be straw. According to KTBL (2006), pg. 604, an input of straw fresh matter of 10.3 kg per place and year is assumed.

For the properties of straw see Chapter 3.3.4.3.2.

Der N-Eintrag durch Einstreu wird in Form von Stroh-N berücksichtigt. Nach KTBL (2006), S. 604, wird eine Einstreumenge von 10,3 kg Strohfrischmasse pro Platz und Jahr angenommen.

Zu Kennwerten von Stroh siehe Kapitel 3.3.4.3.2.

8.8.6.3 *Partial emission factors / Partielle Emissionsfaktoren*

For male and female turkeys the KTBL working group on emission factors for animal husbandry (KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“,EURICH-MENDEN et al., 2011) provide emission factors of 0.680 kg NH_3 and 0,387 kg NH_3, respectively (per place and year). The conversion into emission factors related to N excreted is presented in Table 8.29. This conversion is needed for the inventory. However, considering the similarity of housing conditions for hens and cocks, the resulting difference between both emission factors is unplausible. Hence, the arithmetic mean is used.

For the partial NH_3 emission factor for storage, the value given in EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, is used: 0.24 kg kg^{-1} N. The factor relates to the UAN amount entering the storage.

Für Hähne gibt die KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ (EURICH-MENDEN et al., 2011) (Landtechnik-Artikel) einen platzbezogenen Stall-Emissionsfaktor von 0,680 kg NH_3 pro Platz und Jahr an, für Hennen 0,387 kg NH_3 pro Platz und Jahr. Die für das Inventar erforderliche Umrechnung auf NH_3-N sowie der Bezug auf die ausgeschiedene N-Menge sind in Table 8.29 dargestellt. Der sich dabei ergebende Unterschied ist in Anbetracht vergleichbarer Haltungsverfahren nicht plausibel, weshalb im Inventar mit dem Mittelwert der beiden Emissionsfaktoren gerechnet wird.

Der partielle NH_3-Emissionsfaktor für das Lager wird nach EMEP(2013)-3B-27, Table 3.7, mit 0,24 kg kg^{-1} N angesetzt. Der Faktor bezieht sich auf die UAN-Menge, die ins Lager gelangt.

Table 8.29: Turkeys, derivation of partial emission factors for NH_3 losses from housing

	EF [a]	EF [b]	standard N excretion [c]	standard N excretion [d]	EF related to standard N excretion	EF used in the inventory [e]
	kg NH_3 (pl · a)$^{-1}$	kg NH_3-N (pl · a)$^{-1}$	kg N per animal	kg N (pl · a)$^{-1}$	kg NH_3-N (kg N_{excr})$^{-1}$	kg NH_3-N (kg N_{excr})$^{-1}$
cocks	0.680	0.560	0.973	2.200	0.2545	0.222
hens	0.387	0.319	0.564	1.676	0.1902	

[a] Source: EURICH-MENDEN et al. (2011)
[b] Source: EURICH-MENDEN et al. (2011), data multiplied by 14/17 to transform from NH_3 to NH_3-N units
[c] Source: DLG (2005), pg. 51
[d] Derived from the standard N excretion per animal by multiplying with the number of production cycles per year (2.26 for cocks, 2.97 for hens, based on typical data for fattening period durations and cleansing period duration as provided in Chapter 8.8.2.1)
[e] see text

For spreading, a factor of 0.45 kg kg^{-1} related to UAN is used, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 8.3).

Anaerobic digestion of poultry manure including storage of digestates is treated as a separate type of storage. The respective emission factors are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

The emission factors for N_2O, NO and N_2 are combined factors for house and storage, see Chapter 8.2, Table 8.2.

The emission factors for the separate storage type "anaerobic digestion of poultry manure" are calculated (see Chapter 3.3.4.4.1).

The uncertainty of the NH_3 emission factor characterizing the overall NH_3 emissions per animal place from the animal house, storage and application is calculated and provided in the inventory (see Chapter 14.5).

For the uncertainties of the N_2O emission factor for the combination of animal house and storage see Chapter 14.4.1.

Due to the lack of information on the uncertainties of the NO and N_2 emission factors, the uncertainty of the N_2O emission factor is adopted (see Chapter 14.4.2).

Für die Ausbringung wird ein Emissionsfaktor von 0,45 kg kg^{-1} NH_3-N bezogen auf UAN verwendet (vgl. Table 8.3, Einarbeitung innerhalb 24 h).

Die Vergärung von Geflügelkot incl. Gärrestelagerung stellt einen eigenständigen Lagertyp dar. Die zugehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Zu den für Stall und Lager zusammengefassten Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 siehe Kapitel 8.2, Table 8.2.

Die zum eigenständigen Lagertyp „Vergärung von Geflügelkot" gehörigen Emissionsfaktoren werden berechnet (siehe Kapitel 3.3.4.4.1).

Die Unsicherheit des NH_3-Emissionsfaktors, der die auf tierplatzbezogenene NH_3-Gesamtemissionen aus Stall, Lager und Ausbringung beschreibt, wird im Inventar berechnet, siehe Kapitel 14.5.

Für die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors für die Kombination „Stall/Lager" wird auf Kapitel 14.4.1 verwiesen.

Mangels Daten zu den Unsicherheiten von NO- und N2-Emissionsfaktors wird die Unsicherheit des N_2O-Emissionsfaktors übernommen, siehe Kapitel 14.4.2.

8.8.6.4 *Indirect N_2O from manure management / Indirektes N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

Indirect N_2O emissions from manure management (housing, storage; without spreading) are calculated according to Chapter 3.3.4.3.6.

(Indirect N_2O emissions from agricultural soils after spreading of manures or digestated manures are reported in Sector 3.D. For the calculation of these emissions see Chapter 12.)

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

Indirekte N2O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Stall, Lager; ohne Ausbringung) werden nach Kapitel 3.3.4.3.6 berechnet.

(Indirekte N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten werden im Sektor 3.D berichtet. Zur Berechnung siehe Kapitel 12.)

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

8.8.7 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.3.4.5.

The emission factors are listed in Table 8.30 (EMEP(2013)-3B-17, Table 3.3).

For the uncertainty see Chapter 3.3.4.5.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.3.4.5 verwiesen.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 8.30 angegeben (EMEP(2013)-3B-17, Table 3.3).

Zur Unsicherheit siehe Kapitel 3.3.4.5.

Table 8.30: Turkeys, emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Housing type	Haltungssystem	Emission factor for TSP kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for PM_{10} kg pl^{-1} a^{-1}	Emission factor for $PM_{2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1}
straw based	strohbasiert	0.52	0.52	0.07
Source: EMEP(2013)- 3B-17, Table 3.3				

8.8.8 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

For reference to information provided with the data CD see Table 8.31.

Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden Table 8.31.

Table 8.31: Turkeys, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.26	EM1005.28
		NMVOC	EM1007.26	EM1007.28
		NH_3	EM1009.26	EM1009.28
		N_2O	EM1009.56	EM1009.58
		NO	EM1009.86	EM1009.88
		TSP	EM1010.26	EM1010.28
		PM_{10}	EM1010.56	EM1010.58
		$PM_{2.5}$	EM1010.86	EM1010.88
Activity data	Aktivitäten		AC1005.32	AC1005.34
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	IEF1005.26	IEF1005.28
		NMVOC	IEF1007.26	IEF1007.28
		NH_3	IEF1009.25	IEF1009.27
		N_2O	IEF1009.53	IEF1009.55
		NO	IEF1009.81	IEF1009.83
		TSP	IEF1010.25	IEF1010.27
		PM_{10}	IEF1010.53	IEF1010.55
		$PM_{2.5}$	IEF1010.81	IEF1010.83
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.82	AI1005POU.127
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.91	EXCR.92

8.9 Poultry – collective description / Geflügel - zusammenfassende Daten

For greenhouse gases, emissions have to be reported for poultry as a single category. The aggregation of data sets is described in Chapter 8.9.1. (For the basic rules of data aggregation see Chapter 4.9.2.)

For the emission reporting of air pollutants, a differentiation has to be made between laying hens, broilers, turkeys and "other poultry". For the aggregation of "other poultry" data the methods listed in Chapter 8.9.1 are used by analogy.

Treibhausgasemissionen sind für Geflügel insgesamt zu berichten. Die Aggregierung der Daten wird in Kapitel 8.9.1 beschrieben.(Zu Grundprinzipien der Aggregierung siehe Kapitel 4.9.2.ö)

Bei den luftverschmutzenden Gasen und Stoffen wird in der Berichterstattung nach Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Puten sowie „anderes Geflügel" unterschieden. Die Datenaggregation für „anderes Geflügel" folgt sinngemäß Kapitel 8.9.1.

8.9.1 Aggregated data for poultry / Zusammenfassende Daten für Geflügel

8.9.1.1 *Animal numbers / Tierzahlen*

The total animal number of poultry is the sum of of the official animal numbers in Table 8.1.

Die Gesamtzahl des Geflügels im Inventar entspricht der Summe der amtlichen Tierzahlen in Table 8.1.

$$n_{\text{poultry}} = n_{\text{AA}} + n_{\text{AB}} + n_{\text{AC}} + n_{\text{AD}} + n_{\text{AE}} + n_{\text{AF}} = n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{ge}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}} \quad \textbf{(8.42)}$$

n_{AA} etc. number of animals in census subcategory AA, etc. (see Table 8.1)
n_{lh} etc. number of animals in inventory categories, etc. (see Chapters 0 to 8.8)

For poultry numbers a standard error of 5 % is assumed (normal distrubution). Then half the 95 % confidence interval is 10 %.

Für Geflügelzahlen wird ein Standardfehler von 5 % angenommen (Normalverteilung). Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt 10 %.

8.9.1.2 *Animal weights / Tiergewichte*

The mean animal weight of poultry is calculated form the mean weights of the various poultry categories. The mean weight represents a value valid for a certain reference date and is assumed to be valid for the entire year like the numbers of animal places (for constancy of animal places see Chapter 3.1.2.2).

Das mittlere Gewicht von Geflügel wird aus den mittleren Gewichten der einzelnen Geflügelkategorien berechnet. Es stellt einen auf einen Stichtag bezogenen Gewichtswert dar und wird wie die Tierplatzzahlen als konstant während eines Jahres angesehen. (Zur Konstanz der Tierplatzzahlen siehe Kapitel 3.1.2.2.)

$$w_{\text{mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot w_{\text{mean,lh}} + n_{\text{br}} \cdot w_{\text{mean,br}} + n_{\text{pu}} \cdot w_{\text{mean,pu}} + n_{\text{ge}} \cdot w_{\text{mean,ge}} + n_{\text{du}} \cdot w_{\text{mean,du}} + n_{\text{tu}} \cdot w_{\text{mean,tu}}}{n_{\text{poultry}}} \quad \textbf{(8.43)}$$

$w_{\text{mean, poultry}}$ mean weight of poultry (in kg an^{-1})
n_{lh} number of places of laying hens (in pl)
$w_{\text{mean, lh}}$ etc. mean weight of laying hens (in kg an^{-1})
n_{poultry} total number of poultry places (in pl), see Chapter 8.9.1.1

The mean animal weights of the poultry poultry categories are estimated as follows:

- The mean weight of laying hens is the arithmetic mean of the weights at the beginning and the end of the laying period.
- The mean weight of broilers is assumed to be 1 kg as there is no data to calculate this mean weight.
- The mean weight of pullets is half the the sum of chicklet weight and final weight, where the final pullet weight is the initial weight of laying hens.
- The mean weight of geese, ducks, female an male and turkeys is calculated in a simplified manner as half the final fattening weight.

Die mittleren Gewichte der Geflügelkategorien werden wie folgt geschätzt:

- Als mittleres Gewicht von Legehennen wird das arithmetische Mittel der Gewichte zu Beginn und zum Ende der Legeperiode angesehen.
- Für Masthähnchen und –hühnchen wird ein mittleres Gewicht von 1 kg pro Tier angesetzt, da Daten für eine Berechnung fehlen.
- Das mittlere Gewicht von Junghennen wird als Hälfte der Summe von Küken- und Endgewicht berechnet, wobei das Endgewicht der Junghennen dem Anfangsgewicht der Legehennen entspricht.
- Das mittlere Gewicht von Gänsen, Enten, weiblichen und männlichen Puten wird vereinfachend mit der Hälfte des Mastendgewichtes gleichgesetzt.

8.9.1.3 *Calculation of mean VS and N excretions / Berechnung mittlerer VS- und N-Ausscheidungen*

The mean daily VS excretion for poultry are assessed using calculated VS data for laying hens, broilers, pullets, ducks and turkeys.

For geese no VS excretion is known at first. Hower, it is necessary to include geese in the aggregation in order to achieve consistency in the CRF tables between overall VS excretion of poultry and CH4 emissions from manure management. Hence, VS excretion of geese is recalculated using Equation (3.30) in Chapter 3.3.4.1, the Tier 1 emission factor (0.078 kg pl^{-1} a^{-1} CH_4), an assumption for B_o (highest possible B_o known for poultry, i. e. for laying hens: 0.39 m^3 kg^{-1}) and the MCF used for all poultry (0.015 m^3 m^{-3}, without consideration of anaerobic digestion). The resulting daily VS excretion is about 0.055 kg pl^{-1} d^{-1}.

Die mittlere tägliche VS-Ausscheidunge für Geflügel wird aus berechneten VS-Daten für Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Enten und Puten berechnet.

Für Gänse ist keine VS-Ausscheidung bekannt. Der Einbezug der Gänse ist aber erforderlich, um in den CRF-Tabellen eine mit der CH_4-Emission konsistente mittlere VS-Menge für Geflügel berichten zu können. Die VS-Ausscheidung von Gänsen wird daher mit Hilfe von Gleichung (3.30) in Kapitel 3.3.4.1 aus dem Stufe-1-Emissionsfaktor (0,078 kg pl^{-1} a^{-1} CH4) und Annahmen zu B_o (höchstmöglicher Wert für Geflügel, siehe Legehennen: 0,39 m^3 kg^{-1}) und *MCF* (*MCF* = 0,015 m^3 m^{-3} wie bei allen anderen Geflügelarten, ohne Berücksichtigung von anaerober Vergärung) abgeleitet. Es ergibt sich ein VS-Wert von rund 0,055 kg pl^{-1} d^{-1}.

$$VS_{\text{mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot VS_{\text{lh}} + n_{\text{br}} \cdot VS_{\text{br}} + n_{\text{pu}} \cdot VS_{\text{pu}} + n_{\text{ge}} \cdot VS_{\text{ge}} + n_{\text{du}} \cdot VS_{\text{du}} + n_{\text{tu}} \cdot VS_{\text{tu}}}{n_{\text{poultry}}} \quad \textbf{(8.44)}$$

$VS_{\text{mean, poultry}}$	mean VS excretion of poultry (in kg pl^{-1} d^{-1})
n_{lh}	number of places of laying hens (in pl)
VS_{lh} etc.	VS excretion of laying hens (in kg pl^{-1} d^{-1})
n_{poultry}	total number of poultry places (in pl), see Chapter 8.9.1.1

The different poultry subcategories have different values of the maximum possible methane production capacity B_o. For geese B_o has been assumed in context of the backcalculation of VS excretion (see above). Averaging of the different values of B_o is based on Equation (3.30) in Chapter 3.3.4.1.

Die bei den verschiedenen Geflügel-Unterkategorien unterschiedliche Werte für die maximale Methanproduktionskapazität B_o werden ebenfalls gemittelt. Dies erfolgt unter Berücksichtigung von Gleichung (3.30) in Kapitel 3.3.4.1). Für Gänse wird der im Zusammenhang mit der VS-Mittelung (s. o.) angenommene B_o-Wert verwendet.

$$B_{\text{o, mean, poultry}} = \frac{EM_{\text{CH4, MM, poultry}}}{\sum n_{\text{i}} \cdot VS_{\text{i}} \cdot \rho_{\text{CH4}} \cdot MCF_{\text{i}}} \quad \textbf{(8.45)}$$

$B_{\text{o, mean, poultry}}$	mean B_o of poultry (in m^3 kg^{-1})
$EM_{\text{CH4,MM,poultry}}$	total CH_4 emissions from manure management of poultry (in Gg a^{-1}), see Chapter 8.9.3
n_i	population of poultry category i
VS_i	total VS excretion of poultry category i (in Gg a^{-1})
ρ_{CH4}	density of methane (ρ_{CH4} = 0.67 kg m^{-3})
MCF_i	methane conversion factor for the manure management of poultry poultry category i (in kg kg^{-1}), see text

Mean N excretion is calculated by analogy to mean VS excretion, see above. Other than with VS excretion, N excretion is available for geese.

Die mittlere N-Ausscheidung wird analog zur mittleren VS-Ausscheidung berechnet (s. o.), wobei in diesem Fall auch für Gänse explizit ein Wert verfügbar ist.

8.9.1.4 *Implied emission factors (IEF) / Aggregierte Emissionsfaktoren (IEF)*

The calculation of the mean IEF for poultry is done by analogy to the calculation of the mean N excretion, see Chapter 8.9.1.3.

Die Berechnung des mittleren IEF für Geflügel erfolgt analog zur Berechnung der mittleren N-Ausscheidung, siehe Kapitel 8.9.1.3.

8.9.2 Intercomparison of emission explaining variables and IEF with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und IEF mit denen benachbarter Staaten

In this chapter, a comparison is made of implied emission factors (*IEF*) between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions and German data in this inventory.

In diesem Kapitel werden die aggregierten Emissionsfaktoren (*IEF*) und wichtige emissionserklärende Variablen mit denen benachbarter Länder (letzte verfügbare Daten) mit ähnlicher Landwirtschaft verglichen.

8.9.2.1 Mean IEF for gases and emission explaining variables / Mittlere IEF für Gase und emissionserklärende Variablen

In this chapter a comparison is made of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions.

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports.

In diesem Kapitel erfolgt eine Gegenüberstellung aggregierter Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärender Variablen für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung 2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen.

Table 8.32: Poultry, 2012, intercomparison of emission explaining variables and IEF regarding enteric fermentation (ent) and manure management (MM)

	mean animal weight	VS excretion	N excretion	*IEF*				
				$CH_{4,\,ent}$	$CH_{4,\,MM}$	NH_3	N_2O	NO
	kg an^{-1}	kg pl^{-1} d^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}	kg pl^{-1} a^{-1}
Austria	NA	NA	0.55	0.02	0.07	0.40		
Belgium	1.59	0.03	0.60	NO	0.04	0.13		
Czech Republic	NA	NA	0.60	NA	0.08	0.08		
Denmark	2.00	0.003	0.54	0.003	0.03	0.19		
France	NA	0.10	0.48	NA	0.08	0.25		
Germany	**1.72**	**0.027**	**0.74**	**NA**	**0.03**	**0.35**	**0.0013**	**0.0002**
Netherlands	NE	0.02	0.60	NE	0.02	0.12		
Poland	1.10	0.10	0.35	NO	0.08	0.14		
Switzerland	NA	0.10	0.53	0.01	0.12	0.19		
United Kingdom	NE	0.10	0.58	NA	0.12	0.19		
IPCC (1996)-3-4.47, 4.99, Western Europe, cool region, developed countries	1.1	0.1	0.6	NE	0.078			
IPCC (2006)- 10.82, Western Europe, cool region, developed countries	0.9 to 6.8	0.01 to 0.07	0.55 [a,b]	NE	0.02 to 0.09			
EMEP (2009)-4.B-26, 15, 16 and EMEP (2013)-3B-27, 14, 15			0.36 to 1.64			0.22 to 0.95		0.001 to 0.005

Sources: Germany: submission 2015; all other countries: UNFCCC (2014), CRF Table 4.A, 4B; CEIP (2014) NFR

[a] calculated according to IPCC (2006) using the German mean animal weights of poultry subcategories (submission 2012)
[b] assumptions for missing values: geese weight = 1/2 default turkey weight (IPCC 2006), geese N excretion = default turkey N excretion (IPCC 2006), pullet weight = 1/2 default layer weight (IPCC 2006), pullet N excretion = default layer N excretion (IPCC 2006)

The values of IEF for CH_4 from enteric fermentation ($IEF_{CH4,\,ent}$) are not discussed as most of the countries did not provide IEF values.

The values of IEF for CH_4 from manure management ($CH_{4,\,MM}$) vary widely. The German value is in the lower range, on the same level like the Danish value. It is considerably lower than the default value in IPCC (1996); the default value given by IPCC (2006) provides a better description of the situation prevailing in central Europe. For nearly all poultry categories, the German VS-excretions values are calculated from national input

Die IEF-Werte für CH_4 aus Verdauung ($IEF_{CH4,\,ent}$) werden hier nicht diskutiert, da von den meisten Staaten keine Daten angegeben wurden.

Die IEF-Werte für $CH_{4,\,MM}$ varieren stark. Der deutsche Wert liegt im unteren Bereich der Werteskala auf dem Niveau von Dänemark. Der Defaultwert von IPCC (1996) wird deutlich unterschritten; der Defaultwertebereich von IPCC (2006) beschreibt die Situation in Mitteleuropa besser. Die deutschen VS-Ausscheidungen werden für nahezu alle Geflügelkategorien auf Grundlage nationaler Eingangsdaten berechnet; der daraus abgelei-

data. These category-specific VS excretions lead to a mean VS value that is in the lower half of the range of default values given by IPCC (2006) and is thus considerably lower than the IPCC-1996 default value.

In the poultry category, German has the highest N excretions of all countries compared. Since the compositions of poultry populations in other countries are not reported, the comparability of the values is limited. The IPCC default values of 1996 and of 2006 underestimate the situation in Germany. The German value, on the other hand, lies well within the value range given by EMEP (2009), and it is nearly the same as the EMEP value for laying hens, 0.77 kg place^{-1} a^{-1}.

As in the case of N excretions the mean NH_3 emission factor also greatly depends on the composition of the poultry population.

tete VS-Mittelwert für Geflügel liegt in der unteren Hälfte des Defaultwertebereiches von IPCC (2006) und damit deutlich unter dem IPCC-1996-Defaultwert.

Beim Geflügel weist Deutschland die höchsten N-Ausscheidungen unter den verglichenen Ländern auf. Da über die Zusammensetzung der Geflügelpopulationen in den anderen Ländern nicht berichtet wird, sind die Werte nur begrenzt vergleichbar. Die-IPCC-Defaultwerte von 1996 und 2006 unterschätzen die Situation in Deutschland. Der deutsche Wert liegt dagegen gut innerhalb des von EMEP (2009, 2013) vorgegebenen Wertebereichs und entspricht ziemlich genau dem EMEP-Legehennenwert von 0,77 kg Platz^{-1} a^{-1}.

Wie im Falle der N-Ausscheidungen hängen auch die NH_3-Emissionsfaktoren stark von der Zusammensetzung der Tierpopulation ab.

8.9.2.2 *Mean IEF for particulate matter / Mittlere IEF für Partikel*

Emission factors for PM_{10} and $PM_{2.5}$ reported values differ without any discernible reason. Information about the composition of the population is missing.

Die Angaben zu Partikel-Emissionsfaktoren für PM_{10} und $PM_{2.5}$ variieren ohne erkennbare Ursache. Es fehlen Angaben zur Zusammensetzung der Populationen.

Table 8.33: Poultry, 2012, intercomparison of PM implied emission factors

	IEF_{PM10} kg pl^{-1} a^{-1} PM_{10}	$IEF_{PM2.5}$ kg pl^{-1} a^{-1} $PM_{2.5}$	IEF_{TSP} kg pl^{-1} a^{-1} TSP
Austria	IE	IE	IE
Belgium	0.029	0.008	0.060
Czech Republic	0.002	0.0004	0.004
Denmark	0.076	0.011	0.076
France	0.038	0.005	0.085
Germany	**0.116**	**0.017**	**0.116**
Netherlands	0.042	0.003	0.042
Poland	0.036	0.001	0.080
Switzerland	-	-	-
United Kingdom	0.055	0.007	0.369
EMEP (2009)-4.B-27	0.017 to 0.084	0.002 to 0.016	
EMEP (2013)-3B-17	0,069 to 0.52	0.009 to 0.07	0.069 to 0.07
Source: Germany: submission 2015; all other countries: CEIP (2014), calculated from original data supplied			

8.9.3 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Reference to information provided with the data CD is provided in the subsequent tables.

Die nachfolgenden Tabellen verweisen auf die Datenzusammenstellungen auf der Daten-CD.

Table 8.34: Poultry, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.29	
		NMVOC	EM1007.29	
		NH_3	EM1009.29	
		N_2O	EM1009.59	
		NO	EM1009.89	
		TSP	EM1010.29	
		PM_{10}	EM1010.59	
		$PM_{2.5}$	EM1010.89	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.35	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	IEF1005.29	
		NMVOC	IEF1007.29	
		NH_3	IEF1009.28	
		N_2O	IEF1009.56	
		NO	IEF1009.84	
		TSP	IEF1010.28	
		PM_{10}	IEF1010.56	
		$PM_{2.5}$	IEF1010.84	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.128	AI1005POU.142
Excretion rates	Ausscheidungen	N	EXCR.93	EXCR.94

Table 8.35: Other poultry (poultry except laying hens and broilers), related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management	EM1005.27	
		NH_3	EM1009.29	
		N_2O	EM1009.117	EM1009.119
		NO	EM1009.157	
		PM_{10}		
		$PM_{2.5}$		
Activity data	Aktivitäten			
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation		
		CH_4 manure management		
		NH_3	IEF1009.27	
		N_2O	IEF1009.92	
		NO	IEF1009.123	
		PM_{10}		
		$PM_{2.5}$		
Additional information	zusätzliche Informationen			

9 Deer, rabbits, ostrich and fur-bearing animals / Gehegewild, Kaninchen, Strauße und Pelztiere

9.1 Overview / Überblick

The CRF tables under IPCC (2006) list, under the heading of „Other Livestock“, the following additional animal categories not contained in the CRF tables under IPCC (1996):

- Deer
- Rabbit
- Reindeer
- Ostrich
- Fur-bearing animals

There is no reindeer husbandry in Germany. For the other four categories, green house gas emissions as well as emissions of NH_3, NO and N_2 have been calculated exemplarily for one single year, see the subsequent chapters. Table 9.1 shows the results of the green-house-gas-emission calculations. These results served the National Co-ordination Agency (NaKo) within the Federal Environment Agency as a basis for the decision that these emissions are of little account and that they need not to be reported. Table 9.1 the conversions of units from CH_4 and N_2O to CO_{2eq} have been based on GWP values of 25 for CH_4 and 298 for N_2O.

In den CRF-Tabellen unter IPCC (2006) werden unter „Other Livestock“ gegenüber den früheren CRF-Tabellen nach IPCC (1996) folgende zusätzliche Tierkategorien aufgeführt:

- Gehegewild
- Kaninchen
- Rentiere
- Strauße
- Fur-bearing animals

Rentiere werden in Deutschland nicht gehalten. Für die übrigen vier Kategorien werden in den nachfolgenden Kapiteln die Treibhausgasemissionen sowie die NH3-, NO- und N_2-Emissionen exemplarisch für ein Jahr berechnet. Table 9.1 fasst die Ergebnisse der THG-Berechnungen zusammen. Sie dienten der Nationalen Koordinierungsstelle (NaKo) des Umweltbundesamtes als Grundlage für die Entscheidung, dass die entsprechenden Emissionen als geringfügig einzustufen sind und daher nicht berichtet werden müssen. Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit einem GWP von 25 für CH_4 und 298 für N_2O.

Table 9.1: GHG emissions of deer, rabbits, ostrich and fur-bearing animals

	CH_4 (Gg a^{-1})	N_2O (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total	5.635	0.1119	174.20
deer	5.348	0.0829	158.42
rabbit	0.194	0.0143	9.09
ostrich	0.043	0.0024	1.81
fur-bearing animals	0.050	0.0122	4.88

9.2 Animal numbers / Tierplatzzahlen

In Germany there are no official statistics on population sizes of deer, rabbit, ostrich and fur-bearing animals.

Table 9.2 shows estimates made by the Federal Statistical Agency (SCHREINER, personal communication). These figures are interpreted as numbers of mean animal places occupied all year round (see Chapter 3.1.2.2).

In Deutschland gibt es für Gehegewild, Kaninchen, Strauße und Pelztiere keine offizielle Erhebung der Tierzahlen.

Table 9.2 zeigt Schätzungen des Statistischen Bundesamtes (SCHREINER, pers. Mitteilung). Diese Zahlen werden als durchgängig belegte Tierplätze (AAP) interpretiert (siehe Kapitel 3.1.2.2).

Table 9.2: Mean animal populations estimated by Federal Statistical Agency

	population	source
deer	264 500	Landesverbände für landwirtschaftliche Wildtierhaltung, Umfrage im Zeitraum 2008/2009
rabbit	440 000	Bundesverband deutscher Kaninchenfleisch- und –wollerzeuger e.V.
ostrich	7 632	Tierseuchenkasse (2012)
fur-bearing animals	63 500	Länderabfrage zur Haltung von Pelztieren (Stand März 2012)

9.3 CH_4 from enteric fermentation / CH_4 aus der Verdauung

For ostrich no CH_4 emissions from enteric fermentation have been calculated, because IPCC (2006) doesnot provide a methodology. The emissions for deer, rabbit and fur-bearing animals have been calculated by multiplying the animal numbers with the respective emission factor.

For deer the default CH_4 emission factor given in IPCC (2006)-10.28, Table 10.10, was used (20 kg pl^{-1} a^{-1}).

IPCC (2006) does not provide an emission factor for rabbit. However, according to Footnote 1 of Table 10.10 in IPCC (2006)-10.28, the emission factor can be approximated by scaling the emission factor of an animal category with similar entric digestion system with the ratio of animal weights raised to the power of 0.75. For such an estimate, the animal category of horses was chosen as horses are neither ruminants (like cattle, sheep or goats) nor omnivores (like pigs). According to IPCC (2006)-10.28, Table 10.10, the live weight of horses was chosen to be 550kg. The rabbit weight was assumed to be 3.0 kg. This ist he final live weight of fattened rabbit, see LfL Bayern [http://www.lfl.bayern.de/itt/ tierhaltung/ 37339/]). Using the CH_4 emission factor for horses (18 kg pl^{-1} a^{-1}, IPCC (2006)-10.28, Table 10.10), the resulting CH_4 emission factor of rabbit is 0.36 kg pl^{-1} a^{-1}.

For fur-bearing animals, the emission factor used by other countries (Estonia, Finland, Iceland, Norway; see NIR 2014) has been adopted: 0.1 kg pl^{-1} a^{-1}.

Table 9.3 shows the calculated annual emissions from enteric fermentation with deer, rabbit and fur-bearing animals (totals of the emissions all animals of the respective categories). The conversion into units of CO_{2eq} is based on a GWP of 25.

Für Strauße wurden keine CH_4-Emissionen aus der Verdauung berechnet, da IPCC (2006) keine Methodik angibt. Die Emissionsberechnung für Gehegewild, Kaninchen und Pelztiere erfolgte durch Multiplikation der Tierzahl mit dem entsprechenden Emissionsfaktor.

Für Gehegewild wurde der CH_4-Default-Emissionsfaktor aus IPCC (2006)-10.28, Table 10.10, verwendet (20 kg pl^{-1} a^{-1}).

IPCC (2006) gibt keinen Emissionsfaktor für Kaninchen an. Laut Fußnote 1 zur Table 10.10, pg. 10.28, in IPCC (2006) kann der Emissionsfaktor aber approximiert werden, indem man eine Tierkategorie mit ähnlichem Verdauungssystem auswählt und deren Emissionsfaktor mithilfe des mit 0,75 potenzierten Verhältnisses der Tiergewichte skaliert. Für eine solche Schätzung wurde das Pferd als Vergleichstier gewählt, da es weder Wiederkäuer (Rind, Schaf, Ziege) noch Allesfresser (Schwein) ist. Nach IPCC (2006)-10.28, Table 10.10, wurde für das Pferdegewicht mit 550 kg pro Tier gerechnet. Das Kaninchengewicht wurde mit 3,0 kg angesetzt (Lebendendgewicht eines Mastkaninchens, nach LfL Bayern [http://www.lfl.bayern.de/itt/tierhaltung/37339/]). Mit dem CH_4-Emissionsfaktor für Pferde (18 kg pl^{-1} a^{-1}, IPCC (2006)-10.28, Table 10.10), ergab sich damit für Kaninchen ein CH_4-Emissionsfaktor von 0,36 kg pl^{-1} a^{-1}.

Für Pelztiere wurde der von anderen Ländern (Estland, Finnland, Island, Norwegen; jeweils NIR 2014) verwendete Emissionsfaktor übernommen: 0,1 kg pl^{-1} a^{-1}.

Table 9.3 zeigt die berechneten jährlichen Emissionen aus der Verdauung bei Gehegewild, Kaninchen und Pelztieren (Summen der Emissionen aller Tiere einer Tierkategorie). Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit einem GWP von 25.

Table 9.3: CH_4 emissions from enteric fermentation of deer, rabbit and fur-bearing animals

	EF (kg pl^{-1} a^{-1})	CH_4 (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total		5.45	136.37
deer	20.00	5.29	132.25
rabbit	0.36	0.16	3.96
fur-bearing animals	0.10	0.0064	0.16

9.4 CH_4 from manure management and free range / CH_4 aus Wirtschaftsdünger-Management und Freiland

The default emission factors given in IPCC (2006)-10.83, Table 10A-9, have been used. The resulting emissions are given in Table 9.4. The conversion into units of CO_{2eq} is based on a GWP of 25.

Es wurden die Default-Emissionsfaktoren aus IPCC (2006)-10.83, Table 10A-9, verwendet. Die resultierenden Emissionen sind Table 9.4 zu entnehmen. Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit GWP = 25.

Table 9.4: CH_4 from free range (deer) and manure management (rabbit, ostrich, fur-bearing animals)

	EF (kg pl^{-1} a^{-1})	CH_4 (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total		0.180	4.50
deer	0.22	0.058	1.45
rabbit	0.08	0.035	0.88
ostrich	5.67	0.043	1.08
fur-bearing animals	0.68	0.043	1.08

9.5 N emissions from housing and storage / N-Emissionen aus Stall und Lager

The calculation of N emissions from housing and storage requires the knowledge of N excretions, relative TAN contents and, where applicable, frequencies of the different husbandry systems. However, no such frequencies are known in Germany for deer, rabbit, fur-bearing animals and ostrich. For sake of simplicity it was assumed that deer is kept outdoor throughout the year, while rabbit, fur-bearing animals and ostrich are taken to stay in stables the whole year round.

Zur Berechnung der N-Emissionen aus Stall und Lager wird die N-Ausscheidung, der TAN-Gehalt sowie ggf. die Aufteilung der Tierpopulation auf verschiedene Haltungssysteme benötigt. Letzteres ist für Gehegewild, Kaninchen, Pelztiere und Strauße in Deutschland nicht bekannt. Es wurde daher vereinfachend für Gehegewild ganzjährige Freilandhaltung und für Kaninchen, Pelztiere und Strauße eine ganzjährige Haltung in festmistbasierten Ställen angenommen.

9.5.1 Excretions of total N and TAN / Ausscheidungen von Gesamt-N und TAN

Neither IPCC (2006) nor EMEP (2013) provide a default value for the N excretions of deer. Table 9.5 shows N excretions used by those countries that repor emissions from deer (NIR 2012). The German calculations have been based on the N excretion value reported by Denmark (16 kg pl^{-1} a^{-1}) as it is assumed that the conditions of deer husbandry in Denmark and Germany are comparable. This value is slightly higher than the average of all data given in Table 9.5 (15.1 kg pl^{-1} a^{-1}).

Weder IPCC (2006) noch EMEP (2013) geben einen Default-Wert für die N-Ausscheidung von Gehegewild an. Table 9.5 zeigt die N-Ausscheidungswerte der Länder, die über Gehegewild-Emissionen berichten (NIR 2012). Für die deutschen Berechnungen wurde der Wert aus Dänemark verwendet (16 kg pl^{-1} a^{-1}), da angenommen wird, dass die Bedingungen für die Gehegewild-Haltung in Dänemerk und Deutschland vergleichbar sind. Der Wert liegt nur wenig oberhalb des Mittelwertes aller Daten in Table 9.5 (15,1 kg pl^{-1} a^{-1}).

Table 9.5: Deer: N excretions (N_{excr}) as reported by other countries in NIR 2014

Deer	N_{excr} (kg pl^{-1} a^{-1})	remarks
Denmark	16	
United Kingdom	13	
Austria	13.1	adoption of value given for sheep
Norway	12	
Russia	8.48	
New Zealand	28.23	

The IPCC default N excretions for rabbit is 8.1 kg pl^{-1} a^{-1}, see IPCC 2006, pg. 10.59, Table 10.19. This value is unrealistically high as it is in the order of magnitude ot the annual total of life weight gain. This total of weight gain can be calculated as follows (based on data given by LfL Bayern (http://www.lfl.bayern.de/ itt/tierhaltung/ 37339/)): duration of fattening period of 87 days, i.e. about four production cycles per year, and final live weigt of 3.0 kg per animal, leading to a total weight gain of 12 kg per place and year. Hence, the N excretions of rabbit have been estimated from the N balance:

Für Kaninchen gibt IPCC 2006, pg. 10.59, Table 10.19 eine Default-N-Ausscheidung von 8,1 kg pl^{-1} a^{-1} an. Dieser Wert erscheint unrealistisch, da er in der Größenordnung des Gesamtzuwachses an Lebendmasse pro Tierplatz und Jahr liegt. Letzterer berechnet sich bei jährlich ca. vier Durchgängen (abgeleitet aus 87 Tagen Mastdauer nach LfL Bayern (http://www.lfl.bayern.de/ itt/tierhaltung/37339/)) und einem Lebendendgewicht von ca. 3 kg Tier^{-1} (siehe ebenfalls LfL Bayern) zu rund 12 kg pl^{-1} a^{-1}. Daher wurde die N-Ausscheidung von Kaninchen auf Grundlage der tierischen N-Bilanz geschätzt:

$$N_{\text{excr, rabbit}} = n_{\text{round}} \cdot \Delta w_{\text{round}} \cdot (x_{\text{N}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot x_{\text{feed}} - x_{\text{N, ret}}) \quad \textbf{(9.1)}$$

$N_{\text{excr, rabbit}}$	N excretion of rabbit per animal place and year (in kg pl^{-1} a^{-1})
n_{round}	number of production cycles per year (in animal pl^{-1} a^{-1})
Δw_{round}	total weight gain per production cycle (in kg animal^{-1})
x_{N}	N content of crude protein (1/6.25 kg kg^{-1})
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in feed (fresh matter) (in kg kg^{-1})
x_{feed}	feed needed for animal weight gain (fresh matter) (in kg kg^{-1})
$x_{\text{N, ret}}$	specific N retention (kg kg^{-1})

In a simplifying and conservative manner, Δw_{round} has been set equal to the final live weight (see above). The content of raw protein of the feed, $x_{\text{XP,feed}}$, was chosen to be 0.17 kg kg$^{-1,}$ cf. http://www.meissner-widder-kaninchen.de/ F_WERT_TAB1.html. The coefficient for

In konservativer Weise wurde Δw_{round} vereinfachend mit dem Mastendgewicht (siehe oben) gleichgesetzt. Der Rohproteingehalt des Futters, $x_{\text{XP,feed}}$, liegt nach http://www.meissner-widder-kaninchen.de/ F_WERT_TAB1.html bei etwa 0,17 kg kg^{-1}. Der Futter-

feed needed for animal weight gain (fresh matter) is 3.5 kg kg^{-1} (LfL Bayern). According to DLG (2005), pg.12, $x_{n,ret}$ is 0.03 kg kg^{-1}. Using these data, the resulting N excretion is 0.8 kg pl^{-1} a^{-1}.

Neither IPCC (2006) nor EMEP (2013) provide a default value for the N excretions of ostrich. Table 9.6 shows N excretions used by those countries that repor emissions from ostrich (NIR 2012). By analogy to the procedure for deer, the Danish value of ostrich N excretions has been adopted (15,6 kg pl^{-1} a^{-1} N).

aufwand x_{feed} (Frischmasse) beträgt ca. 3,5 kg kg^{-1} (LfL Bayern). Laut DLG (2005), S.12, ist $x_{n,ret}$ = 0,03 kg kg^{-1}. Mit diesen Daten ergibt sich eine N-Ausscheidung von 0,8 kg pl^{-1} a^{-1}.

Für Strauße geben weder IPCC (2006) noch EMEP (2013) einen Defaultwert für die N-Ausscheidung an. Aus den CRF-Tabellen (NIR 2012) der Länder, die über Strauße berichten, wurden die in Table 9.6 aufgelisteten Werte entnommen. Für die deutschen Berechnungen wurde analog zur Vorgehensweise beim Gehegewild der dänische Wert verwendet (15,6 kg pl^{-1} a^{-1}).

Table 9.6: Ostrich: N excretions (N_{excr}) as reported by other countries in NIR 2014

Ostrich	N_{excr} (kg pl^{-1} a^{-1})	remarks
Denmark	15.6	
Norway	12	
Luxembourg	12	
Australia	7	N ecretions of ostrich and emus

According to IPCC (2006)-10.59, Table 10.19, the default value of N excretions of minks is 4.59 kg pl^{-1} a^{-1}. This value has been adopted for all fur-bearing animals.

For deer, rabbit and ostrich there are no data on the TAN content of N ecretions. Hence the respective values given in EMEP (2013) for sheep, horses and geese have been used.

Table 9.7 gives an overview of N excretions and relative TAN contents used for the emission calculations.

Für Nerze gibt IPCC (2006)-10.59, Table 10.19, eine Default-N-Ausscheidung von 4,59 kg pl^{-1} a^{-1} an. Dieser Wert wurde für alle Pelztiere übernommen.

Für Gehegewild, Kaninchen und Strauße liegen keine Daten zum TAN-Gehalt in der N-Ausscheidung vor. Daher wurden die Default-Werte für Schafe, Pferde und Gänse aus EMEP (2013)-3B-27 übernommen.

Table 9.7 zeigt die für die Emissionsberechnungen verwendeten N-Ausscheidungen und TAN-Gehalte.

Table 9.7: N excretions and TAN contents used for German emission estimates

	Nexcr (kg pl-1 a-1)	TAN content (%)	sources of TAN contents
deer	16	50	default for sheep, EMEP (2013)-3B-27
rabbit	0.8	60	default for horses, EMEP (2013)-3B-27
ostrich	15.6	70	default for geese, EMEP (2013)-3B-27)
fur-bearing animals	4.59	60	default, EMEP (2013)-3B-27

9.5.2 NH_3 from housing and storage / NH_3 aus Stall und Lager

NH_3 emissions from housing are calculated by multiplying the amount of TAN excreted with the repsective emission factor. The amount of TAN excreted is the product of N excretion and relative TAN content of the N excretion (see Chapter 9.5.1). Due to lack of data, N contributions by use of bedding material could not be taken into account.

NH_3 emissions from storage are proportional to the amount of TAN available after subtracting the N losses by NH_3 emissions from housing. The factor of proportionality is the emission factor of the storage.

No NH_3 emission factors are available for rabbit and ostrich. Hence, the EMEP NH_3 emission factors (EMEP (2013)-3B-27) for horses and geese have been used. To be applicable to rabbit, the emission factor for horses was scaled in the way described in Chapter 9.3. For deer there are no NH_3 emissions from housing and storage as deer is presumably kept outdoor all year round. Table 9.8 shows the emission factors used. Table 9.9 shows the resulting emissions as totals of all animals in the respective animal categories.

Die NH_3-Emissionen aus dem Stall wurden durch Multiplikation der ausgeschiedenen TAN-Menge mit dem entsprechenden Emissionsfaktor berechnet. Dabei ist die TAN-Menge das Produkt aus der N-Ausscheidung und deren relativem TAN-Gehalt (siehe Kapitel 9.5.1). Stickstoffeinträge aus Einstreu konnten mangels Daten nicht berücksichtigt werden.

Die NH_3-Emissionen aus dem Lager sind proportional zur TAN-Menge, die nach Abzug der N-Verluste aufgrund der NH_3-Emissionen aus dem Stall verbleibt. Als Proportionalitätsfaktor dient der Lager-Emissionsfaktor.

Für Kaninchen und Strauße sind keine NH_3-N-Emissionsfaktoren verfügbar. Es wurden die Default-Werte für Pferde (modifiziert in Analogie zur Vorgehensweise in Kapitel 9.3) und Gänse aus EMEP (2013)-3B-27 übernommen. Für Gehegewild entsteht im Bereich Stall/Lager keine NH_3-Emission, da ganzjährige Freilandhaltung unterstellt wurde. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 9.8 aufgelistet. Table 9.9 zeigt die resultierenden NH_3-Emissionen aller Tiere der jeweiligen Tierkategorie.

Table 9.8: NH_3 emission factors for housing and storage in kg NH_3-N per kg TAN

	EF housing (kg kg^{-1})	EF storage (kg kg^{-1})	sources
rabbit	0.22	0.35	default for horses, EMEP (2013)-3B-27
ostrich	0.57	0.16	default for geese, EMEP (2013)-3B-27)
fur-bearing animals	0.27	0.09	default, EMEP (2013)-3B-27

Table 9.9: NH_3 emissions from housing and storage

	NH_3 housing (Gg a^{-1})	NH_3 storage (Gg a^{-1})
total	0.171	0.091
rabbit	0.056	0.070
ostrich	0.058	0.007
fur-bearing animals	0.057	0.014

9.5.3 Direct N_2O from housing and storage / Direktes N_2O aus Stall und Lager

For rabbit und fur-bearing animals, the direct N_2O emissions from housing and storage have been calculated by multiplying the number of animal places with the N excretion per animal place and year, the national N_2O-N emission factor for solid manure (0.013 kg kg^{-1}, Rösemann et al., 2015) and the ratio of molculare weights of N_2O and N (44/28). Due to lack of data, N contributions by use of bedding material could not be taken into account.

The emissions of ostrich were calculated by analogy but using the IPCC default emission factor 0.001 kg kg^{-1} (IPCC (2006)-10.63, Table 10.21). For deer there are no N_2O emissions from housing and storage as deer is presumably kept outdoor all year round.

The conversion into units of CO_{2eq} is based on a GWP of 298.

Die Berechnung der direkten N_2O-Emissionen aus Stall und Lager für Kaninchen und Pelztiere erfolgte durch Multiplikation der Tierplatzzahl mit der jährlichen N-Ausscheidung pro Platz, dem nationalen deutschen N_2O-N-Emissionsfaktor für Festmist (0,013 kg kg^{-1}, Rösemann et al., 2015) und dem Molgewichtsverhältnis von N_2O zu N (44/28). Stickstoffeinträge aus Einstreu konnten mangels Daten nicht berücksichtigt werden.

Die Berechnung für Strauße erfolgte analog; als Emissionsfaktor wurde allerdings der IPCC-Defaultwert 0,001 kg kg^{-1} (IPCC (2006)-10.63, Table 10.21) verwendet. Für Gehegewild entstand im Bereich Stall/Lager keine N_2O-Emission, da ganzjährige Freilandhaltung unterstellt wurde.

Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit einem GWP von 298.

Table 9.10: Direct N_2O emissionen from housing/storage

	N_2O (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total	0.013	3.97
rabbit	0.007	2.14
ostrich	0.0002	0.06
fur-bearing animals	0.006	1.77

9.5.4 NO and N_2 from housing and storage / NO und N_2 aus Stall und Lager

Emissions of NO and N_2 were calculated by analogy the calculations for the direct N_2O emissions from housing/Storage (see Chapter 9.5.3). Like for other animal categories (see Chapter 3.3.4.3.5), the emission factor for NO-N is assumed to be ten percent of the N_2O-N emission factor: 0.0013 kg kg^{-1} for rabbit and fur-bearing animals and 0.0001 kg kg^{-1} for ostrich. According to Chapter 3.3.4.3.5 the emission factor for N_2 is assumed to be thrice the N_2O-N emission factor: 0.039 kg kg^{-1} for rabbit and fur-bearing animals and 0.003 kg kg^{-1} for ostrich. For deer there are no emissions of NO and N_2 from housing and storage as deer is presumably kept outdoor all year round.

In the same way, the resulting emissions of NO and N_2 (in units of nitrogen) are proportional to N_2O-N emissions presented in Chapter 9.5.3.

Die Berechnung der Emissionen von NO und N_2 erfolgte analog zur Berechnung der direkten N_2O-Emissionen aus Stall/Lager (siehe Kapitel 9.5.3). Der Emissionsfaktor wurde wie bei den anderen Tieren (siehe Kapitel 3.3.4.3.5) für NO mit zehn Prozent des N_2O-Emissionsfaktors angesetzt: 0,0013 kg kg^{-1} für Kaninchen und Pelztiere bzw. 0,0001 kg kg^{-1} für Strauße. Für N2 wurde nach Kapitel 3.3.4.3.5 das Dreifache des N_2O-Emissionsfaktors verwendet: 0,039 kg kg^{-1} für Kaninchen und Pelztiere bzw. 0,003 kg kg^{-1} für Strauße. Für Gehegewild entstanden im Bereich Stall/Lager keine NO-und N_2-Emissionen, da ganzjährige Freilandhaltung unterstellt wurde.

Die berechneten NO- und N_2-Emissionen (in Stickstoff-Einheiten) verhalten sich in den gleichen Verhältnissen zu den N_2O-Emissionen in Kapitel 9.5.3.

9.5.5 Indirect N_2O from housing and storage / Indirektes N_2O aus Stall und Lager

Like for other animal categories (see Chapter 3.3.4.3.6), indirect N2O emissions have been calculated only for the source "deposition of reactive nitrogen" (due to emissions of NH3 and NO from hosing and storage, see Chapters 9.5.2 und 9.5.4). The emission factor is 0.01 kg kg^{-1} N_2O-N (IPCC(2006)-11.24, Table 11.3).

For deer there are no such emissions as deer is presumably kept outdoor all year round.

Table 9.11 shows the resulting indirect N_2O emissions. The conversion into units of CO_{2eq} is based on a GWP of 298.

Wie bei den anderen Tieren (siehe Kapitel 3.3.4.3.6) wurden nur die indirekten N_2O-Emissionen infolge der Deposition reaktiven Stickstoffs aus NH_3- und NO-Emissionen aus Stall und Lager (siehe Kapitel 9.5.2 und 9.5.4) berechnet. Der Emissionsfaktor wurde mit 0,01 kg kg^{-1} N_2O-N angesetzt (IPCC(2006)-11.24, Table 11.3).

Für Gehegewild entfiel die Berechnung, da es sich angenommenerweise ganzjährig im Freien aufhält.

Die resultierenden idirekten N_2O-Emissionen sind in Table 9.11 wiedergegeben. Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit einem GWP von 298.

Table 9.11: Indirect N_2O from deposition of reactive N from NH_3 and NO lost from housing and storage

	N_2O (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total	0.00341	1.02
rabbit	0.00164	0.49
ostrich	0.00084	0.25
fur-bearing animals	0.00093	0.28

9.6 NH_3 from spreading and free range / NH_3 aus Ausbringung und Freilandaufenthalt

Table 9.12 shows the NH_3-N emission factors used. The resulting NH_3 emissions are given in Table 9.13.

Table 9.12 zeigt die verwendeten NH_3-N-Emissionsfaktoren, Table 9.13 die resultierenden NH_3-Emissionen.

Table 9.12: NH_3 emission factors for spreading and free range in kg NH_3-N per kg TAN

	EF spreading (kg kg^{-1})	EF free range (kg kg^{-1})	sources
deer	-	0.09	default for sheep, EMEP (2013)-3B-27
rabbit	0.90	-	default for horses, EMEP (2013)-3B-27
ostrich	0.45	-	default for geese, EMEP (2013)-3B-27)
fur-bearing animals	0.90	-	default, EMEP (2013)-3B-27

Table 9.13: NH_3 from spreading and/or free range in Gg NH_3 per year

	NH_3 spreading (Gg a^{-1})	NH_3 free range (Gg a^{-1})
total	0.472	
deer	-	0.231
rabbit	0.106	-
ostrich	0.016	-
fur-bearing animals	0.118	-

9.7 N_2O from agricultural soils / N_2O aus landwirtschaftlichen Böden

9.7.1 Direct N_2O / Direktes N_2O

Landspreading of manure of rabbit, ostrich and fur-bearing animals as well as N excretions by deer lead to direct N_2O emissions from agricultural soils.

For Landspreading of manure, the emissions have been calculated by multiplying the amounts of N left after subtracting the N losses from housing and storage (by emissions of NH_3, N_2O, NO und N_2) with the IPCC default emission factor emission factor EF_1 (0.01 kg N_2O-N pro kg N, IPCC (2006)-11.11, Table 11.1) and the ratio of molculare weights of N_2O and N (44/28).

The emissions caused by N excretions of deer have been calculated by multiplying the number of animals with the TAN excretion per animal place and year, the N_2O-N emission factor for grazing/pasture and the ratio

Die Ausbringung des Wirtschaftsdüngers von Kaninchen, Straußen und Pelztieren sowie die N-Ausscheidungen von Gehegewild führen zu direkten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden.

Die Emissionen durch Wirtschaftsdünger-Ausbringung wurden berechnet, indem die jeweilige N-Menge, die nach N-Verlusten (als NH_3, N_2O, NO und N_2) aus Stall und Lager noch zur Verfügung steht, mit dem IPCC-Default-Emissionsfaktor EF_1 (0,01 kg N_2O-N pro kg N, IPCC (2006)-11.11, Table 11.1) und dem Molgewichtsverhältnis 44/28 multipliziert wurde.

Die durch das Gehegewild verursachte N_2O-Emission ergab sich, indem die Tierzahl mit der TAN-Ausscheidung, dem N_2O-N-Emissionsfaktor für Weidegang und

of molculare weights of N_2O and N (44/28). Tan excretion ist the product of N excretion and relative TAN content. It has been assumed that the IPCC default emission factor for sheep and other animals (see IPCC (2006)-11.11, Table 11.1) can be used: $EF_{3PRP,SO}$ = 0.01 kg N_2O-N per kg of N excretion.

Table 9.14 shows the amounts of N that, being multiplied with the pertaining emission factors and the ratio of molculare weights of N_2O and N (44/28), lead to the emissions also given in Table 9.14. The conversion into units of CO_{2eq} is based on a GWP of 298.

dem Molgewichtsverhältnis 44/28 multipliziert wurde. Dabei ist die TAN-Menge das Produkt aus der N-Ausscheidung und deren relativem TAN-Gehalt. Als Emissionsfaktor wurde gemäß IPCC (2006)-11.11, Table 11.1, der $EF_{3PRP,SO}$ für Schafe und andere Tiere angewendet (0,01 kg N_2O-N pro kg N-Ausscheidung).

Table 9.14 zeigt die N-Menge, deren Multiplikation mit dem jeweiligen Emissionsfaktor und dem Molgewichtsverhältnis 44/28 zur ebenfalls angegebenen Emission führt. Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit einem GWP von 298.

Table 9.14: Direct N_2O from soils after spreading and (for deer) free-range N excretions

	N (Gg a^{-1})	N_2O (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total	4.744	0.0745	22.21
deer	4.232	0.0665	19.82
rabbit	0.229	0.0036	1.07
ostrich	0.065	0.0010	0.31
fur-bearing animals	0.217	0.0034	1.02

9.7.2 Indirect N_2O / Indirektes N_2O

Indirect N_2O emissions from agricultural soils were calculated using the amounts of deposition of reactive nitrogen originating from emissions of NH_3-N and NO-N from N excreted by deer in the free range as well as manure spreading. These emissions are calculated in Chapters 9.5.2 and 9.5.4).

The NO-N emissions from deer were calculated using the default emission factor of 0.007 kg kg^{-1} N (EMEP (2007)-B1020-12). The NO-N emissions from manure spreading were calculated by analogy to the calculation of the respective N_2O emissions, using the emission factor of 0.012 kg NO-N per kg N (EMEP (2013)-3D-11, where the emission factor is given in units of NO: 0.026 kg NO per kg N). The conversion into units of CO_{2eq} is based on a GWP of 298.

Zur Berechnung der indirekten Emissionen aus der Deposition von reaktivem N werden die NH_3-N-Emissionen aus dem Gehegewild-Freilandaufenthalt und der Ausbringung von Wirtschaftsdünger sowie die entsprechenden NO-N-Emissionen benötigt (siehe dazu Kapitel 9.5.2 und 9.5.4).

Die NO-N-Emissionen aus dem Gehegewild-Freilandaufenthalt wurden mit dem Default-Emissionsfaktor 0,007 kg kg^{-1} N (EMEP (2007)-B1020-12) berechnet. Die NO-N-Emissionen aus der Ausbringung wurden analog zu den N_2O-N-Emissionen aus der Ausbringung mit dem Emissionsfaktor 0,012 kg NO-N pro kg N (EMEP (2013)-3D-11; dort ist der EF als 0,026 kg NO pro kg N angegeben) berechnet. Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit einem GWP von 298.

Table 9.15: Indirekte N_2O from deposition of reactive N from NH_3 lost during spreading or (for deer) from free-range N excretions

	N_{reac} (Gg a^{-1})	N_2O (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total	0.424	0.0067	1.99
deer	0.220	0.0035	1.03
rabbit	0.090	0.0014	0.42
ostrich	0.014	0.0002	0.07
fur-bearing animals	0.100	0.0016	0.47

The indirect emissions caused by leaching or surfac run-off N were calculated by multiplying the amount of N available in the soil (N_{soil}) with $Frac_{Leach}$ (0.3 kg kg^{-1} according to IPCC (2006)-11.24, Table 11.3) and the emission factor EF_5 = 0.0075 kg kg^{-1} (IPCC (2006)-11.24, Table 11.3). The amount of N available in the soil was calculated the same way as for all other animals, see Chapter 3.3.4.3.5. The conversion into units of CO_{2eq} is based on a GWP of 298.

Die indirekten Emissionen als Folge von Auswaschung/Oberflächenabfluss wurden berechnet, indem die hierfür im Boden verfügbare N-Menge (N_{soil}) mit $Frac_{Leach}$ (0,3 kg kg^{-1} nach IPCC (2006)-11.24, Table 11.3) und dem Emissionsfaktor EF_5 = 0,0075 kg kg^{-1} (IPCC (2006)-11.24, Table 11.3) multipliziert wurde. Die im Boden verfügbare N-Menge wurde wie bei den anderen Tieren berechnet, siehe Kapitel 3.3.4.3.5. Die Umrechnung in die Einheit CO_{2eq} erfolgte mit einem GWP von 298.

Table 9.16: Indirect N_2O from soils due to leaching and run-off

	N_{soil} (Gg a^{-1})	N_2O (Gg a^{-1})	CO_{2eq} (Gg a^{-1})
total	3.395	0.0139	4.15
deer	3.673	0.0130	3.87
rabbit	0.118	0.0004	0.12
ostrich	0.045	0.0002	0.05
fur-bearing animals	0.098	0.0003	0.10

10 Digestion of energy plants / Vergärung von Energiepflanzen

Submission 2015 is the first submission to report on emissions due to digestion of energy plants.

In practice, energy plants are digested along with animal manures. However, the emission calculations are done separately for manure und digestion of energy plants in order to be able to report these emissons separately (for manure see Chapter 3.3.4.4). This is important with respect to emissions of NH_3 and NO from storage and spreading of digestates of energy plants. These emissions need not to be reported at the time being as they have not been matter of the negotiations for the emission ceilings currently being in force. (Hence, these NH_3 emissions are not reported in the German ammonia inventrory.)

The calculation of emissions originating from anaerobic digestion of energy plants is based on a national concept (HAENEL und WULF, 2014), that represents a widened version of the IPCC concept for green house gas emissions and an approach for NH_3 emissions that works by analogy to the green house gas concept.

Emissions of N_2O, NO and N_2 from agricutural soils after spreading of digestates of energy plants are described in Chapter 11.3.

Mit der Emissionsberichterstattung 2015 wird im landwirtschaftlichen Inventar erstmals die Vergärung von Energiepflanzen berücksichtigt.

Auch wenn die Vergärung von Energiepflanzen i. d. R. zusammen mit der Vergärung von Wirtschaftsdünger stattfindet, werden die Emissionen für die beiden Substratkategorien separat berechnet (zu Wirtschaftsdünger siehe Kapitel 3.3.4.4), um sie getrennt ausweisen zu können. Dies ist im Hinblick auf die NH_3- und NO-Emissionen aus Gärreste-Lagerung und Ausbringung von besonderer Bedeutung, da diese Emissionen bei der Aushandlung gegenwärtig geltender Emissionshöchstgrenzen nicht mit einbezogen wurden. (Daher werden diese NH_3-Emissionen im deutschen Ammoniak-Inventar auch nicht berichtet.)

Die Methodik der Emissionsberechnung für die Vergärung von Energiepflanzen basiert auf einem nationalen Konzept (HAENEL und WULF, 2014), das im Bereich der Treibhausgase eine Erweiterung des IPCC-Konzeptes darstellt und für NH_3 einen analogen Ansatz ableitet.

Die infolge der Ausbringung der Gärreste entstehenden N_2O, NO und N_2-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden werden in Kapitel 11.3 beschrieben.

10.1 Activity data and parameters / Aktivitätsdaten und Parameter

The inventory covers the six energy-crop categories that are the most important in Germany in terms of quantities: corn silage, grass silage, whole-plant silage, wheat grain, rye grain and Corn Cob Mix (CCM). They differ only slightly in terms of their key characteristics (N and VS content in dry matter, maximum methane formation potential B_o; cf. KTBL (2014). This makes it possible to treat the total dry matter for all included energy crops as a single energy-crop category.

The amounts of N and VS contained in the energy plants fed into the digester are needed as times series on national and federal-state level. They have to be calculated from the amounts of substrates used for digestion. At the time being, there is not yet a fully developed strategy of data collecting by KTBL, TI, DBFZ and UBA. Hence, the amounts of substrates (in fresh matter) have been estimated by KTBL (2014) for the most important energy crops (see above) on federal-state level for the entire times series 1990 – 2013, see Chapter 3.4.4.1. Based on the properties of the substrates (fresh-matter content, contents of N and VS, B_o; data provided by KTBL, 2013), weighted averaging led to mean properties valid for the overall category "energy plants" for all years and federal states (related to dry matter): N content 1.41 %, VS content 95.1 %, B_o = 0.37 m^3 per kg VS. Note that this B_o value has already been converted in order to be consistent with the IPCC default of methane density ((0.67 kg m^{-3}) rather than the methane norm density (0.72 kg m^{-3}).

Table 10.1 shows the time series of total dry matter and of the amounts of N and VS used in the inventory calculations.

Das Inventar berücksichtigt die in Deutschland mengenmäßig relevanten sechs Energiepflanzen-Kategorien Maissilage, Grassilage, Ganzpflanzensilage, Weizenkorn, Roggenkorn und Corn-Cob-Mix (CCM). Sie unterscheiden sich nur wenig in ihren wesentlichen Eigenschaften (N- und VS-Gehalt der Trockenmasse, maximales Methanausbeute-Potenzial Bo, siehe KTBL (2014). Damit kann die Gesamttrockenmasse dieser Energiepflanzen als eine einzige Energiepflanzenkategorie behandelt werden.

Die in den zu vergärenden Energiepflanzen enthaltenen N- und VS-Mengen werden als Zeitreihen auf Bundesländer- und Deutschlandebene benötigt. Sie müssen aus den Mengen der eingesetzten Substrate berechnet werden. Da es zwischen KTBL, TI-LR, DBFZ und UBA noch keine abgestimmte Strategie zur Datengewinnung gibt, hat KTBL (2014) die Einsatzmengen (Frischmassen) der wichtigsten vergorenen Energiepflanzen (siehe oben) differenziert nach Bundesländern und Jahren abgeschätzt, siehe dazu auch Kapitel 3.4.4.1. Mit Hilfe der Eigenschaften dieser Substrate (Trockenmasse-Gehalt, N- und VS-Gehalt, B_o; Daten aus KTBL, 2013b) lassen sich durch gewichtete Mittelung für alle Jahre und Bundesländer einheitliche Eigenschaften für die Sammelkategorie „Energiepflanzen" ableiten (auf Trockenmasse bezogen): N-Gehalt 1,41 %, VS-Gehalt 95,1 %, B_o = 0,37 m^3 pro kg VS. B_o wurde hierzu bereits von der CH_4-Normdichte (0,72 kg m^{-3}) auf die im Inventar gebräuchliche IPCC-Dichte (0,67 kg m^{-3}) umgerechnet.

Table 10.1 zeigt die Zeitreihen der im Inventar berücksichtigten Gesamttrockenmassen, VS- und N-Mengen.

Table 10.1: Digestion of energy plants, activity data (in Gg a^{-1})

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
total dry mass	3.4	8.2	11.0	14.4	17.8	43.2	72.0	91.2	206.5	235.3
VS	3.2	7.8	10.5	13.7	16.9	41.1	68.5	86.8	196.4	223.8
N	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.6	1.0	1.3	2.9	3.3
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
total dry mass	374.6	533.1	768.4	912.5	1186.1	3196.8	4482.6	6072.6	7087.1	8979.7
VS	356.2	507.0	730.8	867.8	1127.9	3040.2	4262.9	5775.1	6739.9	8539.7
N	5.3	7.5	10.8	12.9	16.7	45.1	63.2	85.6	99.9	126.6
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
total dry mass	11254.5	14005.0	15580.2	16195.9						
VS	10703.0	13318.7	14816.8	15402.3						
N	158.7	197.5	219.7	228.4						

KTBL (2014) estimates the upper limit of the uncertainty of the substrate inouts to be ± 10 % (95 % confidence interval, normal distribution). This value is used in the inventory for the amounts of dry matter, VS and N.

Die Obergrenze der Unsicherheit des Substratinputs schätzt KTBL (2014) mit ± 10 % (95 %-Konfidenzintervall, Normalverteilung). Das Inventar verwendet diesen Wert für Trockenmasse, VS- und N-Menge.

Table 10.2 shows the fractions of gas-tight storage of residues of energy-crop digestion, as percentages of the pertinent input fresh mass (KTBL. 2014). For the emission calculations these data are available on federal-state level. They are used as fractions of the amounts of VS and N fed into the digester. The data differ somewhat from those for storage of manure digestion residues (see Chapter 3.4.4.2.1). The reason for this is (KTBL. 2014) that the total fraction of energy crops, with respect to the manure / energy-crop substrate mix, increases with plant (i.e. facility) size (a relationship that also holds for the covered-system fraction of systems for storage of digestion residues).

Table 10.2 zeigt die Anteile der gasdichten Lagerung von Energiepflanzen-Gärresten (liegt für die Emissionsberechnung getrennt für die Bundesländer vor). Die Werte stellen Substratmengen-Anteile dar und wurden im Inventar als Anteile der VS- und N-Mengen interpretiert, die in die Vergärung gehen. Die Werte unterscheiden sich etwas von denen bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger-Gärresten (siehe Kapitel 3.4.4.2.1). Dies ist darauf zurück zu führen (KTBL, 2014), dass der Gesamtanteil von Energiepflanzen am Substratmix Wirtschaftsdünger/Energiepflanzen mit der Anlagengröße zunimmt, was auch für den Abdeckungsgrad der Gärrestelager gilt.

Table 10.2: Digestion of energy plants, percentages of storage types of energy-plant digestates (in %)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
gastight	0.0	0.9	1.9	2.8	3.8	4.7	5.7	6.6	7.5	8.5
non-gastight	100.0	99.1	98.1	97.2	96.2	95.3	94.3	93.4	92.5	91.5
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
gastight	9.4	10.4	11.3	12.8	14.3	15.8	21.1	26.4	31.7	37.0
non-gastight	90.6	89.6	88.7	87.2	85.7	84.2	78.9	73.6	68.3	63.0
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
gastight	42.2	47.5	59.4	59.4						
non-gastight	57.8	52.5	40.6	40.6						

A range of different application methods, and different incorporation periods for cropland and grassland, are used for the field application of energy-crop digestates. The available relative-frequency data were obtained from a survey that the Federal Statistical Office conducted in 2011, for the year 2010; see Chapter 3.4.3.2.6). Because no other data are available, these data have been used for all years of the time series.

Die Ausbringung der Energiepflanzen-Gärreste erfolgt mit verschiedenen Techniken und Einarbeitungszeiten auf Ackerland und Grünland. Für die dazu benötigten relativen Häufigkeiten stammen wurde auf Ergebnisse einer 2011 durchgeführten Erhebung des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2010 zurückgegriffen (siehe Kapitel 3.4.3.2.6). Sie werden mangels anderer Daten für alle Jahre der Zeitreihe verwendet.

10.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

10.2.1 Emission factors / Emissionsfaktoren

The following emissions are calculated that result, directly or indirectly, from digestion of energy crops, as well as from storage and application of digestion residues:

Digester

- CH_4, via leakage

Storage

- CH_4, via leakage (see below)
- direct N_2O and NO (see below)
- indirect N_2O resulting from deposition of NH_3 and NO from storage (see below)
- NH_3 (see below)

Application

- NH_3 (see below)
- direct N_2O and NO due to application (see Chapter 11.3)
- indirect N_2O resulting from deposition of NH_3 and NO from application (see Chapter 12.1)
- indirect N_2O resulting from leaching/surface runoff of the N entering in the soil via application (see Chapter 12.2)

Other emissions (like NMVOC or PM) are not calculated as no methodologies are available.

Emissions of CH_4, N_2O, NH_3 and NO are calculated by analogy to the calculations for farmyard manure (see Chapters 3.3.4.4 and 3.4.4), except for pre-storage. Pre-storage is not used for energy plants, which is accounted for be assigning zero values to MCF and EF in the respective equations.

Almost all nitrogen contained in the energy plants is organic nitrogen. Hence, a priori, there is no relative TAN content (TAN_{dig}). Based on KTBL (2013a), pg. 252 (table line: „Nawaro, flüssig“), it is assumed that after anaerobic digestion (i. e. in the digestates) about 56 % of total N is present as TAN. As a consequence, the equations given for digestion of manure in Chapter 3.3.4.4.3 can be used for digestion of energy plants as well (with $TAN_{dig} = 0$, $N_{org, dig} = N_{total, dig}$ and $g_{TAN} = 0.56$ kg kg^{-1}).

Table 10.3 shows the times series of the CH_4 emission factor for digestion of energy crops (digester and storage of digestates), related to the amount of VS fed into the digestion process. The decrease in the emission factor over time results from increasing use of gas-tight storage for digestion residues. For such storage, only the CH_4 leakage rate has to be taken into account, instead of the higher emission factor for open storage.

Berechnet werden folgende Emissionen, die sich als direkte oder indirekte Folge aus der Vergärung von Energiepflanzen sowie der Lagerung und Ausbringung der Energiepflanzen-Gärreste ergeben:

Fermenter

- CH_4 durch Leckage (siehe unten)

Lagerung

- CH_4 durch Leckage (siehe unten)
- direktes N_2O und NO (siehe unten)
- indirektes N_2O als Folge der Deposition von NH_3 und NO aus der Lagerung (siehe unten)
- NH_3 (siehe unten)

Ausbringung

- NH_3 (siehe unten)
- direktes N_2O sowie NO als Folge der Ausbringung (siehe Kapitel 11.3)
- indirektes N_2O als Folge der Deposition von NH3 und NO aus der Ausbringung (siehe Kapitel 12.1)
- indirektes N2O durch Auswaschung/Oberflächenabfluss des durch die Ausbringung in den Boden gelangenden N (siehe Kapitel 12.2)

Andere Emissionen (z. B. NMVOC und PM) werden nicht berechnet, da keine Methodiken verfügbar sind.

Die Emissionsberechnung für CH_4, N_2O, NH_3 und NO erfolgt analog zur Berechnung für Mist (siehe Kapitel 3.3.4.4 und 3.4.4). Allerdings ist dabei kein Vorlager zu berücksichtigen, was durch Nullsetzen von MCF und EF für das Vorlager in den entsprechenden Gleichungen zu erreichen ist.

Der in den Pflanzen enthaltene Stickstoff liegt nahezu ausschließlich in organischer Form vor, daher kann Energiepflanzen kein TAN-Gehalt (TAN_{dig}) zugeordnet werden. Nach KTBL (2013a), S. 252 (Tabellenzeile „Nawaro, flüssig“), wird angenommen, dass nach der Vergärung (d. h. in den Gärresten) ein Anteil von 56 % des vorhandenen Gesamt-N als TAN vorliegt. Damit sind auch für die Energiepflanzen-Vergärung die Gleichungen in Kapitel 3.3.4.4.3 anwendbar, wobei $TAN_{dig} = 0$, $N_{org, dig} = N_{total, dig}$ und $g_{TAN} = 0{,}56$ kg kg^{-1} zu setzen ist.

Table 10.3 zeigt den zeitlichen Verlauf des auf die VS-Menge bezogenen effektiven CH_4-Emissionsfaktors für die Vergärung von Energiepflanzen (Fermenter mit Gärrestelager). Die Abnahme mit der Zeit beruht auf der Zunahme der gasdichten Lagerung der Gärreste, für die anstelle des höheren Emissionsfaktors der offenen Lagerung nur die CH_4-Leckagerate zu berücksichtigen ist.

Table 10.3: Digestion of energy plants, effective emission factor for CH_4, related to VS input (in kg kg^{-1})

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0.00333	0.00332	0.00332	0.00331	0.00330	0.00329	0.00328	0.00327	0.00326	0.00325
2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
0.00324	0.00323	0.00322	0.00321	0.00319	0.00318	0.00313	0.00308	0.00302	0.00297
2010	**2011**	**2012**	**2013**						
0.00292	0.00287	0.00275	0.00275						

The effective emission factors for direct N2O emissions from digestion of energy crops (systems for storage of digestion residues) are shown in Table 10.4. These data represent the average values for gas-tight and open storage. In their decreasing trend, they represent the increasing use that has occurred, over the years, of gas-tight storage, which emits no N_2O. The emission factors in Table 10.4 are to be applied to the N quantities that are input, along with energy crops, into the digestion process.

As for manure (cf. Chapter 3.3.4.3.5), the NO emission factor is set to 10 % of the N_2O-N emission factor. Hence it can easily be derived from the data given in Table 10.4.

Der zeitliche Verlauf des effektiven Emissionsfaktoren für direkte N_2O-N-Emissionen aus der Lagerung vergorener Energiepflanzen (Annahme wie bei Wirtschaftsdünger: keine Emission aus dem Fermenter) sind in Table 10.4 dargestellt. Der mit den Jahren abnehmende Trend spiegelt die zunehmende Verbreitung der gasdichten Lagerung wieder, die kein N_2O emittiert. Der effektive Emissionsfaktor ist auf die mit den Energiepflanzen in den Vergärungsprozess eingebrachte N-Menge anzuwenden.

Der NO-N-Emissionsfaktor beträgt wie bei Wirtschaftsdünger (siehe Kapitel 3.3.4.3.5) ein Zehntel des N_2O-N-Emissionsfaktors und ist damit aus den Daten in Table 10.4 abzuleiten.

Table 10.4: Digestion of energy plants, effective emission factor for direct N_2O-N, related to N input (in kg kg^{-1})

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0.00500	0.00495	0.00491	0.00486	0.00481	0.00477	0.00472	0.00467	0.00462	0.00458
2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
0.00453	0.00448	0.00444	0.00436	0.00429	0.00421	0.00395	0.00368	0.00341	0.00315
2010	**2011**	**2012**	**2013**						
0.00289	0.00263	0.00203	0.00203						

By analogy to the methodology of manure management (see Chapter 3.3.4.3.6), indirect N_2O emissions due to deposition of reactive N from emissions of NH_3 and NO from storage are calculated also for the storage of energy-plant digestates. The N_2O-N emission factor ist he same as for manure: 0.01 kg kg^{-1}, related to the amount of reactive N.

No indirect N_2O from leaching and run-off from storage of digestates is calculated. This is consistent with the procedure for manure management. Leaching and/or uncontrolled surface run-off from manure management (including management of digestates) is forbidden by law on grounds of protection of inshore waters (see "JGS-Anlagenverordnung des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen" (JGS-ANLAGENV, 1998) und "Wasserhaushaltsgesetz" (WHG, 2010).

Für die Energiepflanzen-Vergärung werden wie beim Wirtschaftsdünger-Management (siehe Kapitel 3.3.4.3.6) indirekte N_2O-Emissionen berechnet, die auf die Deposition von reaktivem Stickstoff aus dem Lager (NH_3, NO) zurückgehen (hier: Gärrestelager). Der N_2O-N-Emissionsfaktor wird wie bei Wirtschaftsdünger mit 0,01 kg kg^{-1} angesetzt (bezogen auf die reaktive N-Menge).

Wie beim Wirtschaftsdünger werden keine indirekte N_2O-Emissionen aus Auswaschung oder Oberflächenabfluss aus dem Gärrestelager berechnet, da Versickerung oder unkontrollierter oberirdischer Abfluss aus dem Gärreste-Management aus Gründen des Gewässerschutzes zu vermeiden sind (siehe dazu u. a. JGS-Anlagenverordnung NRW 1998, Wasserhaushaltsgesetz WHG 2010).

Table 10.5 shows the time series of effective NH_3-N emission factors for storage of energy-plant digestates as well as for the combination of storage and spreading of energy-plant digestates. Both types of emission factors are related to the amount of N fed into the digestion process. (For the digester it is assumed that there are no NH_3 emissions.) The decreasing trend in the emission factor for storage of energy-plant digestates only is a consequence of increasing frequencies of gastight storage. This can also be seen in the combined storage-and-spreading emission factor where, however, the significant decrease in 2012 and 2013 is mostly due to

Table 10.5 zeigt die Zeitreihe der effektiven NH_3-N-Emissionsfaktoren für Gärrestelagerung allein sowie Gärrestelagerung und Ausbringung zusammen, bezogen auf die mit den Energiepflanzen in die Vergärung eingebrachte N-Menge. (Für den Fermenter wird wie bei der Vergärung von Wirtschaftsdünger angenommen, dass kein NH_3 entweicht). Der abnehmende Trend beim Gärrestlager-Emissionsfaktor wird durch die zunehmende Verbreitung der gasdichten Lagerung bestimmt. Dies wirkt sich auch deutlich auf den Gesamt-Emissionsfaktor aus, wobei allerdings die starke Abnahme für 2012 und 2013 zu einem großen Teil auf die ab 2012 geltende

the short incorporation time of 4 hours after spreading that is mandatory as of 2012 (see Chapter 3.4.3.2.6).

Beschränkung der Einarbeitungszeit auf maximal 4 Stunden zurückzuführen ist (siehe Kapitel 3.4.3.2.6).

Table 10.5: Digestion of energy plants, effective emission factor for NH_3-N, related to N input (in kg kg^{-1})

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
storage	0.0252	0.0250	0.0247	0.0245	0.0243	0.0240	0.0238	0.0235	0.0233	0.0231
storage + spreading	0.2005	0.2003	0.2002	0.2001	0.2000	0.1999	0.1997	0.1996	0.1995	0.1994
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
storage	0.0228	0.0226	0.0224	0.0220	0.0216	0.0212	0.0199	0.0186	0.0172	0.0159
storage + spreading	0.1992	0.1991	0.1990	0.1988	0.1986	0.1980	0.2010	0.1979	0.1948	0.1948
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
storage	0.0146	0.0133	0.0102	0.0103						
storage + spreading	0.1948	0.1946	0.1829	0.1837						

10.2.2 Uncertainties of the emission factors / Unsicherheiten der Emissionsfaktoren

For the uncertainty (half the 95 % confidence interval) of the CH_4 emission factor the uncertainty of the CH_4 emission factor for the manure management of cattle and pigs is adopted: 40 % and normal distribution, based on a standard error of 20 % according to IPCC (2006), see e. g. Chapter 4.3.6.

By analogy to manure management (IPCCC (2006), see Chapter 14.4.1), a factor of 2 is assumed as uncertainty range (95 % confidence interval) of the emission factor of direct N_2O emission from storage of energy-plant digestates, i. e. from -50 % to +100 %. According to the convention for Approach 1, the larger of the two percentages is to be applied in the calculation of the overall uncertainty of the GHG inventory (see Kapitel 14.2), i.e. +100 %.

For the uncertainty of the indirect N_2O emission factors see Chapter 12.1.

The uncertainties of the NH_3 emisson factors are estimated by analogy to manure management as well. Considering the different values of the different animal categories (see Chapter 14.7, Table 14.3) it is assumed that half the 95 % confidence interval can be estimated appropriately to be 40 % (normal distribution).

Die Unsicherheit (halbes 95 %-Konfidenzinterval) des CH_4-Emissionsfaktors wird mit dem beim Wirtschaftsdünger-Management von Rinden und Schweinen zu findenden Unsicherheitswert angenommen: 40 % mit Normalverteilung, basierend auf einem Standardfehler von 20 % nach IPCC (2006), siehe z. B. Kapitel 4.3.6.

Für direktes N_2O aus dem Lager wird wie beim Wirtschaftsdünger-Management (IPCC (2006), siehe Kapitel 14.4.1) ein Unsicherheitsfaktor von 2 angenommen, der einer Unsicherheit von -50 % / + 100 % entspricht. Diese Werte begrenzen das 95 %-Konfidenzintervall. Entsprechend der Konvention für das Approach-1-Verfahren zur Berechnung der Gesamtunsicherheit des THG-Inventars (siehe Kapitel 14.2) ist das größere der beiden Intervalle zu verwenden, also +100 % (Lognormal-Verteilung).

Zur Unsicherheit des Emissionsfaktors des depositionsbedingten indirekten N_2O siehe Kapitel 12.1.

Auch für die Unsicherheit der NH_3-Emissionsfaktoren wird eine Analogie zum Wirtschaftsdünger angenommen. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Werte der verschiedenen Tierkategorien (siehe Kapitel 14.7, Table 14.3) wird ein Wert von 40 % für das halbe 95 %-Konfidenzintervall für angemessen gehalten (Normal-Verteilung).

10.3 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

For reference to information provided with the data CD see

Table 10.6.

Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden

Table 10.6Table 8.31.

Table 10.6: Digestion of energy plants, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	NH_3, storage	EM1001.03	
		NH_3, spreading	EM1001.04	
		N_2O, storage	EM1001.21	
		N_2O, spreading	EM1001.08	
		N_2O, indirect, leaching	EM1001.13	
		N_2O, indirect, deposition,spreading	EM1001.16	
		N_2O, indirect, deposition,storage	EM1001.19	
		NO, storage	EM1001.26	
		NO, spreading	EM1001.24	
		CH_4, storage	EM1001.31	
Activity data	Aktivitäten	N amount (storage)	AC1001.05	
		N amount (spreading)	AC1001.06	
		Dry matter	AC1101.13	
		N returned to soil	AC1101.17	
		N deposited (spreading)	AC1101.20	
		N deposited (storage)	AC1001.23	
Emission factors	Emissionsfaktoren	NH_3, storage	IEF1001.03	
		NH_3, spreading	IEF1001.04	
		N_2O, storage	IEF1001.15	
		N_2O, spreading	IEF1001.08	
		N_2O, indirect, leaching	IEF1001.12	
		N_2O, indirect, deposition,spreading	IEF1001.13	
		N_2O, indirect, deposition,storage	IEF1001.14	
		NO, storage	IEF1001.20	
		NO, spreading	IEF1001.18	
		CH_4, storage	IEF1001.25	

11 Direct emissions from managed agricultural soils and cultures / Direkte Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und Kulturen

Emissions from managed agricultural soils and cultures fall into two categories: direct emissions and indirect emissions.

Direct emissions are emissions that are a primary effect of soil management, like e. g. NH_3 from and N_2O after spreading of fertilizers, or emissions of particulate matter. The calculation procedures for direct emissions are described in the following.

Indirect emissions are N_2O emissions that are a secondary effect of agricultural activities, i. e. N_2O emissions from soils due to deposition of reactive nitrogen (NH_3 and NO) emitted from agricultural sources, and N_2O emissions that are a consequence of nitrogen leaching and run-off. The indirect emissions are described in Chapter 12.

Direct emissions from managed agricultural soils and cultures originate from a number of sources:

- Application of synthetic fertilizers,
- spreading of animal manures,
- spreading of energy-plant digestates,
- application of sewage sludge,
- N excretions during grazing,
- cultivation of organic soils,
- crop residues,
- liming.

The gases emitted are NH_3, N_2O, NO, N_2 und CO_2. In addition, the inventory calculates the emissions of NMVOC and particulate matter (PM).

Table 11.1 gives an overview of the methodologies used. Except for NH_3 emissions due to application of animal manures, N_2O emissions from the cultivation of organic soils and NMVOC emissions from cultures, all emissions are calculated with Tier 1 methods as there are no more-differentiated methods. The quantification of the NH_3 emissions from grazing is not described here, as these emissions are dealt with in combination with the calculation of the emissions from animal husbandry (Chapters 4 to 9).

Bei den Emissionen aus landwirtschaftlicher Nutzflächen und Kulturen wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden.

Direkte Emissionen sind Emissionen, die sich unmittelbar aus der Bodennnutzung ergeben, wie z.B. NH_3 und N_2O infolge der Ausbringung von Dünger, aber auch Partikel. Die Berechnung dieser Emissionen wird im Folgenden beschrieben.

Bei den indirekten Emissionen handelt es sich um N_2O-Emissionen, die eine Sekundärfolge landwirtschaftlicher Aktivitäten sind: N_2O-Emissionen aus dem Boden infolge Deposition von reaktivem N aus landwirtschaftlichen Quellen (NH_3- und NO-Emissionen), sowie N_2O-Emissionen infolge von Stickstoff-Auswaschung bzw. -Abfluss. Zu den indirekten Emissionen siehe Kapitel 12.

Direkte Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und Kulturen entstehen aus folgenden Quellen:

- Ausbringung von Mineraldünger,
- Ausbringung von Wirtschaftsdünger,
- Ausbringung von Energiepflanzen-Gärresten,
- Ausbringung von Klärschlamm,
- tierische Ausscheidungen auf der Weide,
- Bewirtschaftung organischer Böden,
- Ernterückstände,
- Düngekalkung.

Hierbei handelt es sich Emissionen von NH_3, N_2O, NO, N_2 und CO_2. Zusätzlich werden für das Inventar auch Emissionen von NMVOC und Partikeln (PM) berechnet.

Table 11.1 zeigt eine Übersicht über die verwendeten Verfahren Mit Ausnahme der NH_3-Emissionen aus der Ausbringung von Mineraldünger, der N_2O-Emission aus der Bewirtschaftung organischer Böden und der NMVOC-Emission aus Pflanzen werden alle Emissionen mangels differenzierterer Methodik nach Tier-1-Verfahren berechnet. Die Berechnung der NH_3-Emissionen aus Weidegang wird nicht hier, sondern im Zusammenhang mit den Emissionsberechnungen aus der Nutztierhaltung (Kapitel 4 bis 9) behandelt.

Table 11.1: Agricultural soils, procedures used for the calculation of direct emissions

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
NH_3	mineral fertilizer	2	EMEP	federal states	federal states	1 a
N_2O, NO, N_2	mineral fertilizer	1	IPCC	federal states	national	1 a
N_2O, NO, N_2	animal manures	1	IPCC	federal states	national	1 a
NH_3	digestates of energy plants	2	EMEP	federal states	national	1 a
N_2O, NO, N_2	digestates of energy plants	1	IPCC	federal states	national	1 a
N_2O	sewage sludge	1	IPCC	federal states	national	1 a
N_2O, NO, N_2	excretions during grazing	1	IPCC	federal states	national	1 a
N_2O	organic soils	2	IPCC	federal states	national	1 a
N_2O, N_2	crop residues	1	IPCC	federal states	national	1 a
CO_2	liming	1	IPCC	federal states	national	1 a
CO_2	Urea application	1	IPCC	federal states	national	1 a
NMVOC	cultivated crops	2	EMEP	federal states	national	1 a
TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$	crop production	1	EMEP	federal states	national	1 a

The emission calculations use federal-state resolution (except for spreading of manures from animal husbandry and grazing) as data on district level are available only for specific years.

Die Emissionsberechnungen erfolgen auf Länderebene, da Aktivitätsdaten auf Kreisebene außer für Wirtschaftsdüngerausbringung und Weidegang nur in vereinzelten Jahren vorliegen.

11.1 Application of mineral fertilizers / Mineraldüngeranwendung

Application of mineral fertilizers leads to NH_3-, N_2O-, NO- and N_2-emissions.

The direct N_2O emissions from the application of mineral fertilizers are dealt with in this chapter. For the indirect N_2O emissions see Chapter 12.

Die Ausbringung von Mineraldünger führt zu NH_3-, N_2O-, NO- und N_2-Emissionen.

Die direkten N_2O-Emissionen aus der Ausbringung von Mineraldünger werden in diesem Kapitel behandelt. Zu den indirekten N_2O-Emissionen siehe Kapitel 12.

11.1.1 Activity data: Amounts of fertilizers / Aktivitätsdaten: Düngermengen

Data on amounts of fertilizers is not avalibale. Hence, the missing data is replaced by the amounts of fertilizers sold which are recorded on federal state level (STATBA FS 4, R 8.2, annually). For all years of the time seires it is assumed that the amounts of fertilizer sold in the second half of the previous year plus the amounts sold in first half of the current year are applied during the current year. The amounts sold are the sum of the amounts produced less the amounts exported and plus the amounts imported from abroad.

Table 11.2 shows the German classification for N fertilizers as used in the statistics and the corresponding EMEP (2013) categories:

Daten ausgebrachter Düngermengen sind nicht verfügbar. Daher wird mit den statistisch erfassten Düngerverkaufsmengen auf Bundeslandebene (STATBA FS 4, R 8.2, für jedes Jahr) gerechnet. Hierbei wird angenommen, dass die im Verlauf des letzten Halbjahr des Vorjahres und des ersten Halbjahres des aktuellen Jahres verkaufte Düngermenge im aktuellen Jahr ausgebracht wird. Die Verkaufsmengen entsprechen dabei der produzierten Menge abzgl. Export ins Ausland und zzgl. Import aus dem Ausland.

Die nationalen Bezeichnungen für N-Dünger werden wie in Table 11.2 den Bezeichnungen aus EMEP (2013) zugeordnet:

Table 11.2: German classification of N fertilizers and corresponding EMEP (2013) categories

German classification	EMEP (2013) categories
Kalkammonsalpeter	calcium ammonium nitrate
Ammonitrat-Harnstoff-Lösung	nitrogen solutions
Harnstoff	urea
NP-Dünger	ammonium phosphates
NK- und NPK-Dünger	other NK and NPK
andere Einnährstoffdünger	straight fertilizers / single nutrient fertilizers/

For 1990 to 1993, information about fertilizer in the New Länder (former GDR) was available as total of N sold. The detailed data for 1994 were used to estimate the distribution of fertilizer for the single Länder as well as the frequency distribution of the various fertilizer types.

The missing data for Saarland in 1991 were replaced by the respective data for 1990.

The German official quality report dealing with STATBA FS 4, R 8.2 considers the results of the statistics dealing with mineral fertilizers as “reliable and precise”, as it reflects the results of a comprehensive survey without statistical errors and very few gaps due to insufficient reporting. Hence we assume an uncertainty (95 % confidence interval of < ± 1 %. The inventory uses 1 %. In addition, a normal distribution is assumed.

1990 bis 1993 lagen für die Neuen Bundesländer Angaben über Düngemittel nur als Summe der verkauften N-Dünger, angegeben als Dünger-N, vor. Unter Verwendung der detaillierten Daten für 1994 wurden die auf die einzelnen Bundesländer und die einzelnen Düngersorten entfallenden Teilmengen proportional erschlossen.

Die für das Saarland fehlenden Angaben für 1991 wurden durch entsprechende Daten für 1990 ersetzt.

Nach dem Qualitätsbericht zu STATBA FS 4, R 8.2 sind die Ergebnisse der Düngemittelstatistik als „zuverlässig und präzise“ einzustufen da es sich um eine Totalerhebung ohne statistischen Fehler mit seltenen Antwortausfällen handelt. Dies wird als Unsicherheit (95%-Konfidenzintervall) < ± 1 % interpretiert. Im Inventar wird mit ± 1 % gerechnet. Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.1.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

11.1.2.1 *Emissions of NH_3/ NH_3- Emissionen*

Ammonia emissions are calculated using the Tier 2 methodology according to EMEP(2013)-3.D-12. The option of taking into account the pH status of the soil is not used as there are no data on pH soil status available in Germany. The procedure distinguishes between six different fertilizer categories, see Chapter 11.1.1. The respective emission factors are listed in Table 11.3.

Ammoniak-Emissionen werden nach einem Stufe-2-Verfahren nach EMEP(2013)-3.D-12 berechnet. Die Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens kann mangels entsprechender Eingangsdaten nicht berücksichtigt werden. Das Verfahren berücksichtigt sechs unterschiedliche Düngerkategorien, siehe Kapitel 11.1.1. Die entsprechenden Emissionsfaktoren zeigt Table 11.3.

$$E_{\mathrm{NH3\text{-}N,\ fert}} = \frac{\sum_{\mathrm{i}} (m_{\mathrm{fert,\ i}} \cdot EF_{\mathrm{NH3,\ i}})}{\gamma_{\mathrm{NH3}}} \qquad \textbf{(11.1)}$$

$E_{\mathrm{NH3\text{-}N,\ fert}}$	NH_3-N emission flux from fertilizers (in Gg a^{-1} NH_3-N)
γ_{NH3}	mass conversion factor (γ_{NH3} = 17/14 g g^{-1} mol mol^{-1})
$m_{\mathrm{fert,\ i,}}$	mass of N applied with fertilizer type i (in Gg a^{-1} N)
$EF_{\mathrm{NH3,\ i}}$	NH_3 emission factor for fertilizer type i (in kg kg^{-1} NH_3)

Table 11.3: Mineral fertilizers, NH_3 emission factors for the fertilizer categories applied in Germany

fertilizer category	emission factor *EF* [a] kg NH_3 (kg N)$^{-1}$
calcium ammonium nitrate	0.022
nitrogen solutions	0.125
urea	0.243
ammonium phosphates	0.113
other NK and NPK	0.037
straight fertilizers / single nutrient fertilizers	0.037 [b]

[a] Source: EMEP(2013)-3D-Table 3-2
[b] Emission factor is assumed to be the same like for "other NK and NPK" fertilizers

The uncertainty of the ammonia emissions is no better than ± 50 % (EMEP(2013)-3D-18). This value is adopted also for the emission factors as there is no uncertainty defined for emission factors and interpreted as the boundaries of a 95 % confidence intervall (in analogy to the errors for NO emissions in EMEP(2013)-3D-18). A normal distribution is assumed.

EMEP(2013)-3D-18 geht davon aus, dass die Unsicherheit der Ammoniak-Emissionen nicht kleiner als ± 50 % ist. Dies wird, da eine entsprechende Angabe für die Emissionsfaktoren fehlt, für diese übernommen und als Begrenzung für das 95 %-Konfidenzintervall interpretiert (in Analogie zur NO-Fehlerangabe in EMEP(2013)-3D-18). Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.1.2.2 *Emissions of N_2O / N_2O-Emissionen*

For N_2O, a Tier 1 approach is used according to IPCC(2006)-11.7/11.11. It calculates the N_2O-emission as proportional to the amount of fertilizer N applied. The emission factor is $EF_{\mathrm{fert,\ N2O\text{-}N}}$ = 0.01 kg kg^{-1} N_2O-N.

N_2O wird mit einem Stufe-1-Verfahren (IPCC (2006)-11.7) proportional zur ausgebrachten N-Menge berechnet. Der Emissionsfaktor ist $EF_{\mathrm{fert,\ N2O\text{-}N}}$ = 0,01 kg kg^{-1} N_2O-N, siehe IPCC(2006)-11.11.

$$E_{\mathrm{N2O\text{-}N,\ fert}} = m_{\mathrm{fert}} \cdot EF_{\mathrm{N2O\text{-}N,\ fert}} \qquad \textbf{(11.2)}$$

$E_{\mathrm{N2O\text{-}N,\ fert}}$	emission of N_2O-N directly emitted from soils due to application of mineral fertilizer (in Gg a^{-1} N_2O-N)
m_{fert}	amount of N applied with mineral fertilizer (in Gg a^{-1} N)
$EF_{\mathrm{N2O\text{-}N,\ fert}}$	emission factor for emissions of N_2O-N due to mineral fertilizer application (in kg kg^{-1} N_2O-N)

In IPCC(2006)-11.11, Table 11.1, an uncertainty range of 0.003 to 0.03 kg kg^{-1} is given for the N_2O-N emission factor. This interval is assumed to be the 95 % confidence interval. The difference between the upper limit of the confidence interval and the emission factor amounts to 200 % of the emission factor. The difference between the lower limit of the confidence interval and the emission factor is ca. 70 % of the emission factor. According to IPCC(2006)-3.29 the higher percentage (200 %) has to be used to estimate derive the overall uncertainty (see Chapter 14.6). Due to the asymmetry a lognormal distribution is assumed.

In IPCC(2006)-11.11, Table 11.1, wird für den Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,003 bis 0,03 kg kg^{-1} angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst. Dabei entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 200 % des Emissionsfaktors, das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und Emissionsfaktor rund 70 %. Nach IPCC(2006)-3.29 geht in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (siehe Kap. 14.6) der größere Prozentwert ein, d. h. 200 %. Aufgrund der Asymmetrie wird Lognormalverteilung angenommen.

11.1.2.3 *Emissions of NO / NO-Emissionen*

For NO, the simpler methodology described in EMEP(2013)-3.D-10 is applied. According to the defini-

NO-Emissionen werden nach dem einfacheren Verfahren aus EMEP(2013)-3.D-10 berechnet. Entsprechend

tion of the emission factor, NO-N emissions are calculated as a proportion of fertilizer N applied. The emission factor is $EF_{\text{fert, NO-N}}$ = 0.012 kg kg^{-1} NO-N. This value is obtained by multiplying the EMEP emission factor of 0.026 NO per kg fertilizer N (EMEP, 2013-3.D, Table 3-1) by 14/30.

der Ableitung des Emissionsfaktors erfolgt dies proportional zur N-Menge im ausgebrachten Dünger. Der Emissionsfaktor ist $EF_{\text{fert, NO-N}}$ = 0,012 kg kg^{-1} NO-N. Dies ergibt sich durch Multiplikation mit 14/30 aus dem in EMEP(2013)-3.D, Table 3-1, für NO angegebenen Emissionsfaktor von 0,026 kg NO (kg fertilizer-N)$^{-1}$.

$$E_{\text{NO-N, fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{NO-N, fert}} \quad \textbf{(11.3)}$$

$E_{\text{NO-N, fert}}$ emission of NO-N emitted from soils due to application of mineral fertilizer (in Gg a^{-1} NO-N)
m_{fert} amount of N applied with mineral fertilizer (in Gg a^{-1} N)
$EF_{\text{NO-N, fert}}$ emission factor for emissions of NO-N due to mineral fertilizer application (in kg kg^{-1} NO-N)

Based on EMEP (2013)-3D-18 (referring to Stehfest und Bouwman, 2006), the 95 % confidence interval is defined by -80 % and +406 % of the emission factor. This corresponds to an uncertainty factor of about 5 (note that the uncertainty factor given in EMEP is not correct). The EMEP (2003) guidebook does not provide a distribution type; it seems plausible to assume lognormal distribution.

Für NO gibt EMEP (2013)-3D-18 unter Bezug auf Stehfest und Bouwman (2006) ein 95 %-Konfidenzintervall von -80 % bis +406 % (bezogen auf den Emissionsfaktor) an. Dies entspricht, anders als von EMEP (2013)-3D-18 interpretiert, einem Unsicherheitsfaktor von rund 5. Der Verteilungstyp wird in EMEP (2013) nicht angegeben; eine Lognormal-Verteilung erscheint plausibel.

11.1.2.4 *Emissions of N_2 / N_2-Emissionen*

The calculation of the amount of N available in the soil as basis for the calculation of emissions due to leaching (see Chapter 12.2) requires also an estimate of the N losses by N_2 emissions.

The N_2 emissions are calculated in analogy to the N_2O emissions:

Die Berechnung der im Boden verfügbaren N-Menge, die für die Berechnung der indirekten Emissionen aus Auswaschung benötigt wird (siehe Kapitel 12.2), erfordert die Schätzung von N_2-Emissionen als Verlustglied.

Die N_2-Emissionen werden dazu in Analogie zur N_2O-Emission berechnet:

$$E_{\text{N2, fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{N2, fert}} \quad \textbf{(11.4)}$$

$E_{\text{NO-N, fert}}$ emission of N_2 directly emitted from soils due to application of mineral fertilizer (in Gg a^{-1} N_2)
m_{fert} amount of N applied with mineral fertilizer (in Gg a^{-1} N)
$EF_{\text{N2, fert}}$ emission factor for emissions of N_2 due to mineral fertilizer application (in kg kg^{-1} N_2)

The emission factor for N_2 is derived from the emission ratio normally observed for N_2 and N_2O-N (Rolston, 1978, Weier et al., 1993, Walenzik, 1996, Stevens and Laughlin, 1998, Smil, 1999, and literature cited therein; Rudaz et al., 1999, Cai et al., 2001; for contrasting information see also Mosier et al., 1986, Vermoesen et al., 1996, Mathieu et al., 2006, Liu et al., 2007). For a valuation of the range of these emissions see Van Cleemput (1998). For the inventory a ratio of 7 is adopted, resulting in a N_2 emission factor of 0.07 kg kg^{-1}.

The order of magnitude is likely to be correct. The likely uncertainty amounts to about 1000 %, its distribution is presumably lognormal.

Der Emissionsfaktor wird aus dem üblicherweise beobachteten Verhältnis von N_2 zu N_2O-N abgeleitet (Rolston, 1978, Weier et al., 1993, Walenzik, 1996, Stevens und Laughlin, 1998, Smil, 1999, und dort zit. Lit.; Rudaz et al., 1999, Cai et al., 2001; dagegen aber auch Mosier et al., 1986, Vermoesen et al., 1996, Mathieu et al., 2006, Liu et al., 2007). Zur Deutung der Spannbreite der Ergebnisse siehe Van Cleemput (1998). Für das Inventar wird von einem Verhältnis von 7 ausgegangen, woraus ein N_2-Emissionsfaktor von 0,07 kg kg^{-1} folgt.

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich richtig. Die Unsicherheit beläuft sich wahrscheinlich auf 1000 %, die Verteilung wird als lognormal angenommen.

11.2 Application of animal manures / Wirtschaftsdüngeranwendung

Application of manures and of residues from anaerobic digestion of manure leads to NH_3-, N_2O-, NO- and N_2-emissions.

NH_3 emissions are dealt with in the chapters dealing with animal husbandry (Chapters 4 to 8.8).

The direct N_2O emissions as well as the NO- and N_2-emissions after the application of animal manures are dealt with in this chapter. For the indirect N_2O emissions see Chapter 12.

Due to lack of data on federal state level, N inputs to soil from goats can be taken into account only on national level.

Die Ausbringung von Wirtschaftsdünger einschließlich der Gärreste aus der Vergärung von Wirtschaftsdünger führt zu NH_3-, N_2O-, NO- und N_2-Emissionen.

Die NH_3-Emissionen werden bei den Emissionen aus der Tierhaltung (Kapitel 4 bis 8.8) berechnet.

Die direkten N_2O-Emissionen sowie die NO- und N_2-Emissionen als Folge der Ausbringung von Wirtschaftsdünger werden in diesem Kapitel behandelt. Zu den indirekten N_2O-Emissionen siehe Kapitel 12.

Für Ziegen ist die Berechnung der Emissionen in Ermangelung feiner aufgelöster Eingangsdaten nur auf nationaler Ebene möglich.

11.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amounts of N (m_{man}) contained in animal manures and residues of manure digestion to be applied to the field are calculated according to the mass flow concept (see Chapter 3.3.4.3). This calculation considers the amounts of N imported into the system both from excreta and straw and the N losses by emissions of NH_3, N_2O, NO and N_2 from housing and storage.

The uncertainty of m_{man} is unknown. For the standard error, an order of magnitude of 30 % is assumed (normal distribution). This means that the upper boundary of the 95 % confidence interval is 1.6 times the value of the mean.

Die N-Menge m_{man} in auszubringenden Wirtschaftsdüngern und Wirtschaftsdünger-Gärresten wird für jede Tierkategorie nach dem Massenfluss-Konzept (siehe Kapitel 3.3.4.3) berechnet. Dabei werden die ins System gelangenden N-Mengen aus Ausscheidungen und Stroh sowie die N-Verluste durch Emissionen von NH_3, N_2O, NO und N_2 aus Stall und Lager berücksichtigt.

Die Unsicherheit von m_{man} ist unbekannt. Für den Standardfehler wird eine Größenordnung von 30 % angenommen (Normalverteilung). Die obere Grenze des das 95 %-Konfidenzintervalls wird dementsprechend mit dem 1,6-Fachen des mittleren Wertes angesetzt.

11.2.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

Direct N_2O as well as NO and N_2 emissions from soils after the application of manure are calculated in analogy to the application of mineral fertilizers (see Chapter 11.1, equation (11.2)) by replacing m_{fert} with m_{man} (see Chapter 11.2.1). The emission factors provided for mineral fertilizers are adopted. Hence the uncertainty of the emission factor is the same as for the emission factor of mineral fertilizer.

Direkte N_2O- sowie NO- und N_2-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden nach der Ausbringung von Wirtschaftsdünger werden in Analogie zur Anwendung von Mineraldünger (siehe Kapitel 11.1, Gleichung (11.2)) berechnet, indem m_{fert} durch m_{man} (siehe Kapitel 11.2.1) ersetzt wird. Es werden die entsprechenden Emissionsfaktoren von Mineraldünger übernommen. Siehe dort auch zu den Unsicherheiten des Emissionsfaktors.

11.3 Application of digestates from energy plants / Ausbringung der Gärreste aus der Energiepflanzen-Vergärung

Application of residues from anaerobic digestion of energy plants leads to emissions of NH_3-, N_2O-, NO- and N_2.

The direct N_2O emissions as well as the NO- and N_2-emissions after the application of digestates from energy plants are dealt with in this chapter. For the indirect N_2O emissions see Chapter 12. The NH_3 emissions originating from spreading are described in Chapter 10.2.

Due to lack of data on federal state level, N inputs to soil from goats can be taken into account only on national level.

Die Ausbringung der Gärreste aus der Energiepflanzen-Vergärung führt zu NH_3-, N_2O-, NO- und N_2-Emissionen.

Die direkten N_2O-Emissionen sowie die NO- und N_2-Emissionen als Folge der Ausbringung von Energiepflanzen-Gärresten werden in diesem Kapitel behandelt. Zu den indirekten N_2O-Emissionen siehe Kapitel 12. Die mit der Ausbringung verbundenen NH_3-Emissionen werden in Kapitel 10.2 beschrieben.

Für Ziegen ist die Berechnung der Emissionen in Ermangelung feiner aufgelöster Eingangsdaten nur auf nationaler Ebene möglich.

11.3.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amounts of N (m_{man}) contained in energy-plant digestates to be applied to the field are calculated as the difference of the amount of N fed into the digestion process and the sum of N losses by emissions of NH_3, N_2O, NO und N_2 from storage of the digestates. For the calculation of these N losses see Chapter 3.3.5.

The uncertainty of m_{DEP} is unknown. For the standard error an order of magnitude of 5 % is assumed (normal distribution). This means that the upper boundary of the 95 % confidence interval is 1.1 times the value of the mean.

Die N-Menge m_{DEP} in den auszubringenden Energiepflanzen-Gärreste wird berechnet als die Differenz der N-Menge, die mit den Energiepflanzen in die Vergärung eingebracht wird, und der Summe der N-Verluste durch NH_3, N_2O, NO und N_2 aus der Gärreste-Lagerung. Zur Berechnung dieser N-Verluste siehe Kapitel 3.3.5.

Die Unsicherheit von m_{DEP} ist unbekannt. Für den Standardfehler wird eine Größenordnung von 5 % angenommen (Normalverteilung). Die obere Grenze des das 95 %-Konfidenzintervalls wird dementsprechend mit dem 1,1-Fachen des mittleren Wertes angesetzt.

11.3.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

Direct N_2O emissions as well as NO and N_2 emissions from soils after the application of manure are calculated in analogy to the application of mineral fertilizers (see Chapter 11.1, equation (11.2)) by replacing m_{fert} with m_{man} (see Chapter 11.3.1). The emission factors provided for mineral fertilizers are adopted. Hence the uncertainties of the emission factors are the same as for the emission factors of mineral fertilizer.

Direkte N_2O- sowie NO- und N_2-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden nach der Ausbringung von Energiepflanzen-Gärresten werden in Analogie zur Mineraldünger-Anwendung (siehe Kapitel 11.1, Gl. (11.2)) berechnet, indem m_{fert} durch m_{DEP} (siehe Kapitel 11.3.1) ersetzt wird. Es werden die entsprechenden Emissionsfaktoren von Mineraldünger übernommen. Siehe dort auch zu den Unsicherheiten der Emissionsfaktoren.

11.4 Application of sewage sludge / Ausbringung von Klärschlämmen

According to IPCC(2006)-11.7, N input with sewage sludge are considered a source of N_2O emissions.

The direct N_2O emissions from the application of sewage sludge are dealt with in this chapter. For the indirect N_2O emissions see Chapter 12.

Nach IPCC(2006)-11.7 stellen N-Einträge aus Klärschlämmen eine Quelle für N_2O-Emissionen dar.

Die direkten N_2O-Emissionen aus der Ausbringung von Klärschlämmen werden in diesem Kapitel behandelt. Zu den indirekten N_2O-Emissionen siehe Kapitel 12.

11.4.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amounts of N applied with sewage sludge to agricultural systems are assessed from the amounts produced in each single federal state (SCHULTHEIß et al., 2000, and references cited therein; MUNLV, 2001), the portion which is applied to agricultural soils, and the respective N content (DWA, 2004) according to:

Die mit Klärschlämmen in landwirtschaftliche Systeme eingetragenen N-Mengen ergeben sich aus dem Klärschlamm-Aufkommen je Bundesland (SCHULTHEIß et al., 2000, und dort zit. Lit.; MNULV 2001), dem Anteil, der landwirtschaftlich verwertet wird, und dem jeweiligen N-Gehalt der Schlämme (DWA, 2004) gemäß:

$$m_{\mathrm{N,\,SL}} = m_{\mathrm{SL}} \cdot x_{\mathrm{agr}} \cdot x_{\mathrm{FS}} \cdot \left(x_{\mathrm{WS}} \cdot c_{\mathrm{N,\,WS}} + x_{\mathrm{DHS}} \cdot c_{\mathrm{N,\,DHS}} + x_{\mathrm{LS}} \cdot c_{\mathrm{N,\,LS}} + x_{\mathrm{DS}} \cdot c_{\mathrm{N,\,DS}}\right) \quad \textbf{(11.5)}$$

$m_{\mathrm{N,\,SL}}$	nitrogen input with sewage sludge (in Mg a^{-1} N)
m_{SL}	sewage sludge produced (national total) (in Mg a^{-1} DM)
x_{agr}	fraction of sewage sludge applied in agriculture (in Mg Mg^{-1})
x_{FS}	fraction of sewage sludge applied in a single federal state (in Mg Mg^{-1})
x_{WS}	fraction of wet sewage sludge (in Mg Mg^{-1})
$c_{\mathrm{N,\,WS}}$	nitrogen content of wet sewage sludge (in Mg Mg^{-1} N)
x_{DHS}	fraction of dehydrated sewage sludge (in Mg Mg^{-1})
x_{LS}	fraction of limed sewage sludge (in Mg Mg^{-1})
x_{DS}	fraction of dried sewage sludge (in Mg Mg^{-1})

A data set which was derived from this information was provided by UMWELTBUNDESAMT (Section III 3.3). Since 2009 the STATISTISCHE BUNDESAMT (Referat G 202) is responsible to provide these data. They are generated for reporting of the recycling of sewage sludge to the EU in compliance with directive 86/278/EEC (EEC, 1986).

Die hieraus abgeleiteten Daten wurden vom UMWELTBUNDESAMT bereitgestellt (Fachgebiet III 3.3). Seit 2009 ist für die Bereitstellung der Daten das STATISTISCHE BUNDESAMT zuständig (Referat G 202). Die Daten werden für die Berichtspflicht gegenüber der EU zu Verwertung von Klärschlämmen erarbeitet. Rechtsgrundlage ist die Richtlinie 86/278/EWG (EEC, 1986).

Table 11.4 and Table 11.5 give a review on the raw data available:

Both the amounts of sewage sludge produced and the amounts used in agriculture are available as incomplete time series as national totals for the time between 1991 and 2000. For 1995 and since 1998, data for single federal states is available. For Submission 2015, data for 2012 was available for the first time. It was used, due to lack of 2013 data, for 2013 as well.

Table 11.4 und Table 11.5 geben einen Überblick über die verfügbaren Rohdaten:

Klärschlamm-Mengen und landwirtschaftlich genutzte Klärschlamm-Mengen liegen seit 1991 als unvollständige Zeitreihen für das gesamte Bundesgebiet vor. Für 1995 und ab 1998 sind Daten für Bundesländer verfügbar. Für Submission 2015 waren erstmals Daten für 2012 verfügbar. Diese werden, mangels Daten für 2013, auch für 2013 verwendet.

Table 11.4: Sewage sludge applied within agriculture (in Gg a^{-1} dry matter) (statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW						106			83	83	76	63	52	52	39	28	19	8	6	6	7	5	5	
BY						159			141	138	128	98	86	84	73	63	60	57	53	56	50	53	48	
BB						16			26	23	20	17	21	17	17	15	16	26	25	28	27	25	23	
HE						76			68	67	63	64	55	58	53	42	43	55	53	55	54	60	59	
MV						9			22	29	32	31	27	25	26	46	46	35	36	32	36	34	35	
NI						198			173	179	176	157	164	170	162	152	149	141	138	136	129	128	124	
NW						168			146	157	166	128	133	126	121	117	107	101	97	91	90	87	80	
RP						57			56	57	65	69	66	64	63	64	61	72	76	74	71	73	70	
SL						6			4	5	4	5	5	5	5	5	4	7	7	8	8	9	9	
SN						10			1	7	8	5	5	6	2	4	4	10	12	16	17	18	16	
ST						22			37	26	29	28	23	27	26	22	21	16	18	21	20	19	21	
SH						81			67	70	70	73	73	69	65	66	61	63	62	59	71	61	59	
TH						6			6	8	8	7	7	11	12	11	10	14	16	17	17	17	18	
StSt						20			13	14	16	12	10	10	9	9	11	11	12	13	13	12	11	
Germany		732	699			941		910	842	862	862	759	727	723	672	645	613	614	611	611	610	600	578	

Source: UMWELTBUNDESAMT, reports to EU; SCHULTHEIß et al., 2000; STATISTISCHES BUNDESAMT (personal communication)

Table 11.5: Sewage sludge, nitrogen content (in g kg^{-1} N, related to dry matter) (statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BW									28.2	29.2	32.2	34.1	38.9	35.1	40.8	36.4	36.1	42.1	38.4	35.5	41.0	39.0	37.9	
BY									39.0	36.0	39.5	40.4	39.9	42.1	44.6	47.1	45.8	45.2	45.2	43.4	46.6	47.7	46.8	
BB									36.8	43.8	33.9	37.0	39.6	41.9	46.1	48.2	55.6	53.2	52.4	50.8	65.4	48.9	51.6	
HE									30.5	29.8	29.6	27.7	30.6	31.6	32.0	34.3	33.2	31.6	33.5	34.6	33.2	34.9	34.7	
MV									48.1	50.5		51.4	51.0	57.3	54.1	46.9	46.9	43.9	45.5	47.5	48.4	47.9	51.1	
NI									53.6	53.7	55.3	56.3	56.4	56.1	56.8	58.4	60.6	65.3	58.9	58.4	56.5	59.1	60.3	
NW									35.0	36.0	31.0	33.0	29.0	32.0	32.0	33.0	29.0	33.8	33.1	34.5	34.3	31.1	34.3	
RP									33.9	31.5	33.1	31.1	34.4	36.8	37.2	39.1	39.7	39.8	40.9	40.9	43.3	41.7	41.4	
SL									42.4	42.0	40.5	44.1	44.2	50.7	46.6	45.1	42.6	44.8	53.2	48.9	49.4	47.2	51.2	
SN									30.0	26.0	27.0	36.0	25.0	22.0	37.0	35.0	35.0	37.1	36.0	42.7	37.0	36.2	34.9	
ST									32.7	30.5	29.5	44.7	29.5	42.6	43.5	38.3	43.2	37.0	47.0	49.4	54.6	51.1	48.4	
SH									17.3	6.2	26.0	27.0	25.0	24.0	28.0	27.0	37.0	30.0	32.0	35.0	40.2	33.0	38.0	
TH									29.0	33.0	31.0	33.0	36.0	38.0	35.0	35.0	40.0	37.0	44.0	44.0	42.0	42.0	40.4	
StSt									48.9	52.6	58.7	52.9	41.8	45.6	49.2	47.0	50.4	48.1	65.6	64.1	68.0	69.6	76.8	
Germany									37.5	36.6	38.3	39.4	38.8	40.5	42.0	42.5	43.9	44.4	44.2	44.7	45.9	44.5	46.1	

Source: UMWELTBUNDESAMT, reports to EU; SCHULTHEIß et al., 2000; STATISTISCHES BUNDESAMT (personal communication)

In the time series for national activities, missing data were replaced by those from previous years. For 1990, data from 1991 were used.

The missing N contents before 1998 were replaced by the mean concentrations from 1998 for each Federal State.

In Mecklenburg-Vorpommern the amount of sewage sludge was available for 2000, but not the respective N content. The N content of 1999 was combined with the amount spread to estimate the amount of N applied.

The missing information of the amount of sewage sludge applied in the Federal States from 1990 until 1994 and 1996 until 1997 were replaced in the following way: the fraction of the amount applied in each federal state in 1995 of the total amount of sewage sludge applied in 1995 in Germany was multiplied by the amount of sewage sludge that was applied in the whole of Germany in the missing years. Multiplying by N contents allowed to complete the N amount applied in the concerning years in the Federal States.

Data gaps at the end of the time series are closed by adopting the value last reported.

Bei den Zeitreihen der nationalen Aktivitäten wurden fehlende Werte durch Vorjahreswerte ersetzt. Für 1990 wurde der Wert für 1991 angesetzt.

Für die fehlenden N-Gehalte der Schlämme vor 1998 wurde in den Ländern jeweils der Wert von 1998 angenommen.

In Mecklenburg-Vorpommern war für das Jahr 2000 die Klärschlamm Menge, aber kein N-Gehalt verfügbar. Hier wurde der N-Gehalt von 1999 eingesetzt und die ausgebrachte N Menge vervollständigt.

Die fehlenden Angaben der ausgebrachten Menge an Klärschlämmen in den Ländern von 1990 bis 1994 und 1996 bis 1997 wurden folgendermaßen ersetzt: Der Anteil der 1995 im jeweiligen Bundesland ausgebrachten Menge an der insgesamt 1995 in Deutschland ausgebrachten Klärschlammmenge wurde mit der in den fehlenden Jahren in ganz Deutschland ausgebrachten Klärschlammmenge multipliziert. Durch Multiplikation mit den N-Gehalten konnte dann auch die ausgebrachte N Menge in den betroffenen Jahren für die Bundesländer vervollständigt werden.

Für am Ende der Zeitreihe fehlende Daten werden die letzten berichteten Werte eingesetzt.

The uncertainty of the sewage sludge data is not known. The preliminary assumption is that officially recorded data do not deviate more than 20 %, with a mean of 10 %. The N contents reported should have a similar uncertainty: for the emission inventory the boundaries of the 95 % confidence interval are ssumed to be located at ± 20 % of the mean. A normal distribution is assumed.

Die Unsicherheit der Klärschlamm-Daten ist unbekannt. Vorläufig wird angenommen, dass offiziell gemeldete Mengen mit einem Fehler von höchstens 20 %, im Mittel von 10 % behaftet sind. Die Unsicherheit der N-Gehalte sollte in der gleichen Größenordnung liegen: Für das Emissionsinventar werden die 95-%-Konfidenzintervall-Grenzen mit ± 20 % des Mittelwertes angesetzt. Die Verteilung ist normal.

11.4.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

Direct N_2O emissions from soils after the application of sewage sludge are calculated by analogy to the application of mineral fertilizers (see Chapter 11.1, equation (11.2)) by replacing m_{fert} with $m_{N,\,SL}$ (see Chapter 11.4.1). The N_2O emission factor provided for mineral fertilizers is adopted. Hence the uncertainty of the emission factor is the same as for the emission factor of mineral fertilizer.

Die direkten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge der Ausbringung von Klärschlämmen werden in Analogie zur Anwendung von Mineraldünger (siehe Kapitel 11.1, Gleichung (11.2)) berechnet, indem m_{fert} durch $m_{N,\,SL}$ (siehe Kapitel 11.4.1) ersetzt wird. Es wird der N_2O-Emissionsfaktor von Mineraldünger übernommen. Siehe dort auch zu den Unsicherheiten des Emissionsfaktors.

11.5 Grazing / Weidegang

The inventory considers grazing for cattle (including buffalo, but with the exception of calves and mature males), horses (including mules and asses), sheep and goats.

N excretions during grazing generate NH_3-, N_2O-, NO- and N_2-emissions. The quantification of the NH_3 emissions is described in context with the calculation of the emissions from animal husbandry (Chapters 4 to 8). The N_2O-, NO- und N_2 emissions from soils originating from grazing are described In the following.

Due to lack of data on federal state level, N inputs to soil from goats can be taken into account only on national level.

Weidegang wird im Inventar für Rinder (einschließlich Büffel, aber außer Kälbern und Zuchtbullen), Pferde ((einschließlich Esel und Maultiere) , Schafe und Ziegen berücksichtigt.

Aus den tierischen Ausscheidungen beim Weidegang ergeben sich NH_3-, N2O-, NO- und N_2–Emissionen. Die NH_3-Emissionen werden im Zusammenhang mit den Emissionen aus der Nutztierhaltung (Kapitel 4 bis 8) berechnet. Die Berechnung der N_2O-, NO- und N_2–Emissionen wird im Folgenden beschrieben.

Für Ziegen ist die Berechnung der Emissionen in Ermangelung feiner aufgelöster Eingangsdaten nur auf nationaler Ebene möglich.

11.5.1 Activity data / Aktivitätsdaten

N_2O, NO and N_2 emissions from agricultural soils as a consequence of excreta dropped during grazing are calculated proportionally to the amount of N excreted. N excretions are described in the animal Chapters.

Based on DÄMMGEN et al., 2009b it is assumed that the assessment of N excretions can be achieved with an uncertainty < 10 %. The inventory uses 10 % as a standard error, i.e. that the uncertainty (half the 95 % confidence interval) is taken to be 20 %. A normal distribution is assumed.

Bodenbürtige N_2O-, NO- und N_2-Emissionen aufgrund von Weidegang werden proportional zur Menge des auf der Weide ausgeschiedenen N berechnet. Die N-Ausscheidungen werden in den Tier- Kapiteln beschrieben.

In Anlehnung an DÄMMGEN et al. (2009b) wird angenommen, dass die Bestimmung der N-Ausscheidungen mit einer Unsicherheit < 10 % erfolgt. Für das Inventar wird ein Wert von 10 % angesetzt, der als Standardfehler interpretiert wird. Das halbe 95 %-Konfidenzintervall beträgt demnach 20 %. Die Verteilung wird als normal angenommen.

11.5.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

The direct N_2O-N emissions are calculated according to IPCC(2006)-11.6 ff. The emissions of NO and N_2 are assessed accordingly.

Die direkten N_2O-N-Emissionen werden nach IPCC(2006)-11.6 ff berechnet. Die Berechnung der NO- und N_2-Emissionen erfolgt in Analogie dazu. Für Schweine und Geflügel wird kein

$$E_{\text{N2O-N, graz}} = m_{\text{N, graz, 1}} \cdot EF_{\text{N2O-N, graz, 1}} + m_{\text{N, graz, 2}} \cdot EF_{\text{N2O-N, graz, 2}} \quad \textbf{(11.6)}$$

$$E_{\text{NO-N, graz}} = m_{\text{N, graz, 1}} \cdot EF_{\text{NO-N, graz, 1}} + m_{\text{N, graz, 2}} \cdot EF_{\text{NO-N, graz, 2}} \quad \textbf{(11.7)}$$

$$E_{\text{N2, graz}} = m_{\text{N, graz, 1}} \cdot EF_{\text{N2, graz, 1}} + m_{\text{N, graz, 2}} \cdot EF_{\text{N2, graz, 2}} \quad \textbf{(11.8)}$$

$E_{\text{N2O-N, graz}}$	N_2O-N emission due to animal grazing (in Gg a^{-1} N_2O)
$m_{\text{N, graz, 1}}$	amount of N excreted during grazing of cattle (in Gg a^{-1} N)
$EF_{\text{N2O-N, graz, 1}}$	N_2O-N emission factor for grazing of cattle (in kg kg^{-1} N_2O-N)
$m_{\text{N, graz, 2}}$	amount of N excreted during grazing of sheep, goats and horses (in Gg a^{-1} N)
$EF_{\text{N2O-N, graz, 2}}$	N_2O-N emission factor for grazing of sheep, goats and horses (in kg kg^{-1} N_2O-N)
$E_{\text{NO-N, graz}}$	NO-N emission due to animal grazing (in Gg a^{-1} NO)
$EF_{\text{NO-N, graz, 1}}$	NO-N emission factor for grazing of cattle (in kg kg^{-1} NO-N)
$EF_{\text{NO-N, graz, 2}}$	NO-N emission factor for grazing of sheep, goats and horses (in kg kg^{-1} NO-N)
$E_{\text{N2, graz}}$	N_2 emission due to animal grazing (in Gg a^{-1} N)
$EF_{\text{N2, graz, 1}}$	N_2 emission factor for grazing of cattle (in kg kg^{-1} N_2)
$EF_{\text{N2, graz, 2}}$	N_2 emission factor for grazing of sheep, goats and horses (in kg kg^{-1} N_2)

The following emission factors are used for N_2O-N (IPCC(2006)-11.11, Table 11.1):

- $EF_{\text{N2O-N, graz, 1}}$ = 0.02 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$
- $EF_{\text{N2O-N, graz, 2}}$ = 0.01 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$

The uncertainty range of $EF_{\text{N2O-N, graz, 1}}$ and $EF_{\text{N2O-N, graz, 2}}$ is given by 0,007 – 0,06 kg kg^{-1} and 0,003 – 0,03 kg kg^{-1},

Für N_2O-N werden die folgenden Emissionsfaktoren verwendet (IPCC(2006)-11.11, Table 11.1):

- $EF_{\text{N2O-N, graz, 1}}$ = 0,02 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$
- $EF_{\text{N2O-N, graz, 2}}$ = 0,01 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$

Der Unsicherheitsbereich wird für $EF_{\text{N2O-N, graz, 1}}$ mit 0,007 – 0,06 kg kg^{-1} und für $EF_{\text{N2O-N, graz, 2}}$ mit 0,003 – 0,03

respectively. It is assumed that these intervals represent the 95 % confidence intervals. In both cases, the interval between the upper limit of the confidence interval and the mean emission factor is 200 % of the mean emission factor, while the interval between the lower limit of the confidence interval and the mean emission factor is 70 %. According to IPCC(2006)-3.29, the higher percentage, i. e. 200 %, is to be used for the calculation of the overall uncertainty of the GHG inventory (see Chapter Kap. 14.6). Based on the asymmetry of the confidence intervals, lognormal distribution is assumed.

Neither EMEP (2013) nor EMEP (2009) provide am methodology for the calculation of NO emissions from grazing. Hence, the emission factor given in EMEP(2007)-B1020-12, Chapter 4.3, is used. This emission factor does not differentiate between animal categories: $EF_{\text{NO-N, graz, 1}} = EF_{\text{NO-N, graz, 2}}$ = 0,007 kg NO-N (kg N)$^{-1}$.

According to EMEP(2007)-B1020-15, the uncertainty for NO is more than factor 5. Normal distribution is assumed.

Du to lack of data, the emission factor of N_2 is estimated by analogy to the emission factors used for the application of synthetic fertilizers (i. e. the 7-fold of the N_2O-N emission factor (see Chapter 11.1.2.2):

- $EF_{\text{N2, graz, 1}}$ = 0.14 kg N_2 (kg N)$^{-1}$
- $EF_{\text{N2, graz, 2}}$ = 0.07 kg N_2 (kg N)$^{-1}$

It is assumed that the uncertainty is the same like for N_2O.

kg kg^{-1} angegeben. Diese Intervalle werden als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst. Dabei entspricht in beiden Fällen das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 200 % des Emissionsfaktors, das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und Emissionsfaktor liegt bei 70 %. Nach IPCC(2006)-3.29 geht in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (siehe Kap. 14.6) der größere Prozentwert ein, d. h. 200 %. Aufgrund der Asymmetrie des Konfidenzintervalls wird Lognormalverteilung angenommen.

Weder EMEP (2013) noch EMEP (2009) stellen ein Verfahren zur Berechnung von NO-Emissionen infolge von Weidegang bereit. Daher wird auf den in EMEP(2007)-B1020-12, Kapitel 4.3, angegebenen Emissionsfaktor zurückgegriffen, der nicht nach Tierkategoriene differenziert: $EF_{\text{NO-N, graz, 1}} = EF_{\text{NO-N, graz, 2}}$ = 0,007 kg NO-N (kg N)$^{-1}$.

Nach EMEP(2007)-B1020-15 ist die Unsicherheit für NO wahrscheinlich größer als Faktor 5. Die angenommene Verteilung ist lognormal.

In Ermangelung von Daten wird für N_2 in Anlehnung an die Proportionen bei der Berechnung der Emissionen aus Mineraldüngern wird das 7-Fache des N_2O-N-Emissionsfaktors (siehe Kapitel 11.1.2.2) angesetzt:

- $EF_{\text{N2, graz, 1}}$ = 0,14 kg N_2 (kg N)$^{-1}$
- $EF_{\text{N2, graz, 2}}$ = 0,07 kg N_2 (kg N)$^{-1}$

Die Unsicherheit wird in Anlehnung an N_2O geschätzt.

11.6 Management of drained organic soils / Bewirtschaftung drainierter organischer Böden

The degradation of managed organic soils (histosols) leads to direct N_2O emissions. Only drained organic soils are used for agricultural management.

No methodology is available to calculate the degradation of organic soils and the resulting amounts of N as activity data. Hence, direct N2O emissions are calculated with a simple approach as proportional to the area of managed organix soils. (Indirect N2O emissions from leaching and run-off cannot be calculated due to missiing N activity data.)

Die Degradation bewirtschafteter organischer Böden (Histosols) führt zu direkten N_2O-Emissionen. Nur drainierte Böden werden bewirtschaftet.

Es steht kein Verfahren zur Verfügung, die bei der Degradation freiwerdende N-Menge als Aktivitätswert zu berechnen. Daher werden direkte N_2O-Emissionen mit einem einfachen Verfahren proportional zur Fläche der bewirtschafteten organischen Böden berechnet. (Indirektes N2O aus Auswaschung und Oberflächenabfluss wird mangels N-Aktivitätsdaten nicht berechnet.)

11.6.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Area data on land with drained organic soils have been provided by the LULUCF sector for each year and each federal state. The data is updated with respect to the previous Submission and is subdivided into arable land and drained grassland (see Table 11.6), as respective national emission factors are available as of Submission 2015. The areas of grassland given in Table 11.6 differ from the areas reported by the LULUCF sector. The difference is the total of areas of undrained grassland.

Die Flächen drainierter organischer Böden wurden durch den LULUCF-Sektor für jedes Jahr und jedes Bundesland bereitgestellt. Die Werte wurden gegenüber der vorhergehenden Submission aktualisiert und nach Ackerland und drainiertem Grünland aufgeschlüsselt (siehe Table 11.6), da ab Submission 2015 entsprechende nationale Emissionsfaktoren zur Verfügung stehen. Die Werte für Grünland unterscheiden sich von den Grünlandflächen, die der LULUCF-Sektor berichtet. Die Differenz ist die Gesamtfläche des nicht drainierten Grünlandes.

Table 11.6: Organic soils, German totals of areas of arable land and drained grassland (in 1000 ha)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
total	1249.7	1251.5	1253.3	1255.0	1256.8	1258.6	1260.4	1262.1	1263.9	1265.7
arable land	404.8	401.8	398.7	395.7	392.6	389.6	386.5	383.5	380.4	377.4
grassland (drained)	844.9	849.7	854.5	859.3	864.2	869.0	873.8	878.6	883.5	888.3
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
total	1267.4	1266.8	1266.1	1265.5	1264.8	1264.2	1263.3	1262.4	1261.5	1259.8
arable land	374.3	369.7	365.0	360.4	355.7	351.1	352.0	352.9	353.9	354.5
grassland (drained)	893.1	897.1	901.1	905.1	909.1	913.1	911.2	909.4	907.6	905.3
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
total	1258.1	1256.4	1254.7	1250.9						
arable land	355.2	355.8	356.5	355.5						
grassland (drained)	902.9	900.6	898.2	895.4						

The areas used in LULCF have an overall uncertainty of < 1 % (half the 95 % confidence interval) (GENSIOR 2012, personal communication. This value is also taken to be valid for histosols.

Die in LULUCF eingehenden Flächendaten haben eine Gesamtunsicherheit (halbes 95 %-Konfidenzintervall) von < 1 % (GENSIOR 2012, persönliche Mitteilung). Dieser Wert wird für die organischen Böden übernommen.

11.6.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

The N_2O emissions strongly depend on soil type, intensity of management and climate. However, due to lack of an appropriate methodology, these processes cannot be taken into account. Hence, the Tier 1 approach given in IPCC(2006)-11.10 f is used that calculates the N_2O emissions proportionally to the area (separately for arable land and drained grassland):

Die N_2O-Emissionen hängen stark vom Bodentyp, der Intensität der Nutzung und vom Klima ab. Diese Einflüsse können mangels einer geeigneten Methodik nicht berücksichtigt werden. Daher werden unter Verwendung des Stufe-1-Verfahren in IPCC(2006)-11.10 f die N_2O-N-Emissionen proportional zur Fläche berechnet, getrennt nach Acker und drainiertem Grünland:

$$E_{\text{N2O-N, hist}} = \beta \cdot A_{\text{hist}} \cdot EF_{\text{N2O-N, hist}} \qquad \textbf{(11.9)}$$

$E_{N2O\text{-}N,\ hist}$ emission flux of N_2O-N directly emitted from organic soils (arable land or drained grassland) (in Gg a^{-1})
β mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg^{-1})
A_{hist} area of organic soils (arable land or drained grassland) (in ha)
$EF_{N2O\text{-}N,\ hist}$ N_2O-N emissions factor for organic soils (arable land or drained grassland) (in kg ha^{-1} a^{-1})

The emission factors are based on the German data used by LEPPELT et al. (2014) for their European study. For arable land the mean German emission factor is 10.7 kg N_2O-N per hectare and year, for drained grassland 2.7 kg N_2O-N per hectare and year. Variable shares of arable land and grassland varying from year to year lead to a non-constant overall emission factor, see the time series shown in Table 11.7. This overall emission factor is between 4.9 and 5.3 kg N_2O-N per hectare and year. It is significantly lower than the IPCC default of 8 kg N_2O-N per hectare and year (IPCC (2006)-11.10 f).

Die Emissionsfaktoren wurden aus den deutschen Daten abgeleitet, die LEPPELT et al. (2014) für ihre europaweite Studie verwendeten. Für Acker beträgt der mittlere deutsche Emissionsfaktor 10,7 kg N_2O-N je Hektar und Jahr, für drainiertes Grünland 2,7 kg N_2O-N je Hektar und Jahr. Die von Jahr zu Jahr variierenden Acker- und Grünlandflächen führen zu einem nicht konstanten effektiven Emissionsfaktor, siehe Table 11.7. Dieser liegt mit 4,9 bis 5,3 kg N_2O-N je ha und Jahr deutlich niedriger als der IPCC-Defaultwert von 8 kg N_2O-N je ha und Jahr (IPCC (2006)-11.10 f).

Table 11.7: Organic soils, overall N_2O-N emission factors (in kg kg^{-1})

	1990	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
N_2O-N	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
N_2O-N	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
N_2O-N	5.0	5.0	5.0	5.0						

The data used by LEPPELT et al. (2014) lead for the emission factor of arable land to a 95 % confidence interval between 1.6 und 41.4 kg ha^{-1} a^{-1}, and for the emission factor of drained grassland to a 95 % confidence interval between 0.0 und 8.9 kg ha^{-1} a^{-1} (FREIBAUER 2014, personal communication). Based on this data, the 95 % confidence interval of the overall emission factor is given by -65 %, + 200 %. According to IPCC(2006)-3.29, the higher (absolute) percentage, i. e. 200 %, is to be used for the calculation of the overall uncertainty of the GHG inventory (see Chapter Kap. 14.6). Based on the asymmetry of the confidence intervals, lognormal distribution is assumed.

Die von LEPPELT et al. (2014) verwendeten Daten führen (FREIBAUER 2014, persönliche Mittteilung) zu einem 95 %-Konfidenzintervall für den Emissionsfaktor für Ackerland zwischen 1,6 und 41,4 kg ha^{-1} a^{-1} und für den Emissionsfaktor für drainiertes Gründland zwischen 0,0 und 8,9 kg ha^{-1} a^{-1}. Daraus wurden die 95 %-Konfidenzintervall-Grenzen für den mittleren Emissionsfaktor abgeleitet: -65 %, + 200 %. Entsprechend IPCC(2006)-3.29 ist davon der (absolut) größere Wert (200 %) für die Berechnung der Gesamt-THG-Unsicherheit (siehe Kapitel 14.6) zu verwenden. Aufgrund der Asymetrie wird eine lognormale Verteilung angenommen.

11.7 Crop residues / Ernterückstände

Emissions from crop residues comprise N_2O- and N_2-emissions NO emissions from biological fixation are not calculated as neither IPCC nor EMEP (2013) provide a calculation methodology.

Aus Ernterückständen resultieren N_2O- und N_2-Emissionen. NO-Emissionen werden nicht berechnet, da weder IPCC noch EMEP (2013) hierfür eine Methode angeben.

11.7.1 Activity data / Aktivitätsdaten

N_2O and N_2 emissions are calculated proportionally to the amounts of N stored in the above-ground and below-ground biomass. This requires the knowledge of the areas of cultivation, of crop yields and of the N contents of the crop residues. The data used for calculation are compiled in Table 11.8 and Table 11.9, unless they are variables.

Before the calculation of N_2O and N_2 emissions, the amount of N removed with straw to be used as bedding material ($m_{N,\ straw}$) is calculated according to the requirements (see from Chapter 4 onwards) and subtracted from the total N in crop residues

The uncertainty of the activity data is adressed in Chapter 11.7.1.6.

N_2O- und N_2-Emissionen werden proportional zu den N-Mengen berechnet, die in den oberirdischen und unterirdischen Ernterückständen verbleiben. Benötigt werden die jeweiligen Anbauflächen, die Erträge und die N-Gehalte der Ernterückstände. Die zur Berechnung benötigten Daten sind in Table 11.8 und Table 11.9 zusammengestellt, sofern es sich nicht um Variable handelt.

Vor der Berechnung der N_2O- und N_2-Emissionen wird noch die N-Menge, die mit Stroh zu Einstreuzwecken in der Tierhaltung von der Fläche entfernt wird ($m_{N,\ straw}$), ermittelt (siehe ab Kapitel 4) und von der N-Menge in den Ernteresten abgezogen.

Zur Aktivitätsdaten-Unsicherheit s. Kapitel 11.7.1.6.

11.7.1.1 *Area under cultivation / Anbauflächen*

For federal states, areas under cultivation are reported annually in the official statistics in StatBA FS 3, R 3. For districts, data are available for the years 1991, 1995, 1999 and 2003 (STATLA, R CI).

For the emission reporting only the data on federal-state level are used.

The area reported for “Sommermenggetreide” (mix of spring barley and oats) is treated as being spring barley, the area covered with “Wintermenggetreide” (mix of wheat and rye) is attributed to rye.

Data gaps are filled with data of the latest year without data gaps.

Die Anbauflächen werden jährlich vom Statistischen Bundesamt StatBA FS 3, R 3 auf Bundeslandebene bereitgestellt. Auf Kreisebene stehen Daten für 1991, 1995, 1999 und 2003 zur Verfügung (STATLA R CI).

Für die Emissionsberichterstattung werden ausschließlich die Daten auf Bundeslandebene verwendet.

Die Fläche für Sommermenggetreide wird der Fläche für Hafer zugeschlagen; die Fläche für Wintermenggetreide wird unter Roggen erfasst.

Bei fehlenden einzelnen Werten wird auf die Anbauflächen des letzten verfügbaren Jahres zurückgegriffen.

11.7.1.2 *Yields / Erträge*

For federal states, yields are reported annually in the official statistics in STATBA FS 3, R 3. For districts, data are available for the years 1991, 1995, 1999, 2003 (STATLA, R CI).

For the emission reporting only the data on federal-state level are used, they are related to fresh matter.

Data gaps are filled with the mean yields reported for Germany as a whole for this year.

For Berlin the yields of Brandenburg, for Bremen the yields of Lower Saxony and for Hamburg the yields of Schleswig-Holstein are used.

Erträge werden jährlich vom Statistischen Bundesamt STATBA FS 3, R 3 auf Bundeslandebene bereitgestellt. Auf Kreisebene existieren stehen Daten für 1991, 1995, 1999, 2003 zur Verfügung (STATLA R CI).

Für die Emissionsberichterstattung werden ausschließlich die Daten auf Bundeslandebene verwendet, sie beziehen sich auf Frischmasse.

Datenlücken werden durch die durchschnittlichen Erträge Deutschlands des jeweiligen Jahres geschlossen.

Für Berlin werden die Erträge von Brandenburg, für Bremen von Niedersachsen und für Hamburg von Schleswig-Holstein verwendet.

11.7.1.3 *Constants for agricultural crops and grassland / Konstanten für Grünland und Ackerland*

The calculation of emissions from crop residues require a number of constants thet are described in the following.

Table 11.8 in Chapter 11.7.1.5 lists all constants used for agricultural crops and grassland.

Zur Berechnung der Emissionen aus Ernterückständen werden eine Reihe von Konstanten benötigt, die im Folgenden beschrieben werden.

Table 11.8 in Kapitel 11.7.1.5 gibt alle verwendeten Konstanten für Grünland und Ackkerland an.

11.7.1.3.1 *Nitrogen content of the above-ground crop residues ($x_{N, above, i}$) / Stickstoff-Gehalte der oberirdischen Ernterückstände ($x_{N, above, i}$)*

The values used were taken from DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1), they are related to fresh matter.

Die benötigten Daten wurden der DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1) entnommen, sie beziehen sich auf Frischmasse.

11.7.1.3.2 *Nitrogen content of below ground crop residues ($x_{N, below, i}$) / Stickstoff-Gehalte der unterirdischen Ernterückstände ($x_{N, below, i}$)*

All data for $x_{N, below, i}$ except for rape were taken from IPCC(2006)-11.17, since there is no corresponding data in German Düngeverordnung. For rape, an expert judgement (ROGASIK, JKI-PB) was used. These values are related to dry matter.

Die Werte für $x_{N, below, i}$ mit Ausnahme von Raps wurden IPCC(2006)-11.17 entnommen da in der Düngeverordnung entsprechende Daten fehlen. Für Raps wurde eine Expertenschätzung (ROGASIK, JKI-PB) verwendet. Diese Werte beziehen sich auf Trockenmasse.

11.7.1.3.3 *Dry matter content of yield and above ground residues ($x_{Y, DM, i}$/ $x_{AGR, DM, i}$)/ Trockenmassegehalte von Erntegut und oberirdischen Ernterückständen ($x_{Y, DM, i}$/ $x_{AGR, DM, i}$):*

For the calculation of below-ground crop residues, fresh matter-related data have to be converted into dry matter-related data.

The values used were taken from DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1).

Bei der Berechnung der unterirdischen Ernterückstände müssen Angaben die sich auf Frischmasse beziehen, auf Trockenmasse umgerechnet werden.

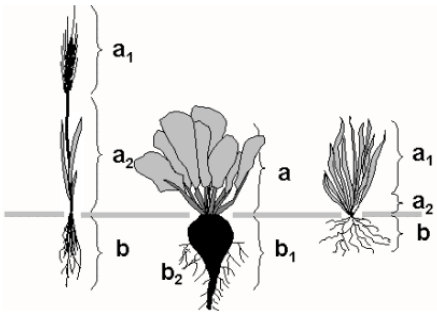
Die benötigten Daten wurden der DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1) entnommen.

11.7.1.3.4 *Ratio of above ground crop residues to yield ($a_{above, i}$) / Verhältnis der oberirdischen Ernterückstände zur Ernte ($a_{above, i}$)*

Figure 11.1 illustrates the relations between the various parts of the plants used to establish the ratios between above ground biomass, below ground biomass and yield.

Die Zusammenhänge zur Berechnung der unterschiedlichen Verhältnisse von oberirdischen und unterirdischen Biomasse sowie Erträgen gehen aus Figure 11.1 hervor.

Figure 11.1: Above and below ground parts of crops, tuber crops and grasses



For grains, rape, grain maize and legumes (Figure 11.1, left) $a_{above, i} = a_2/a_1$, which is the reciprocal of the corn straw ratio. These values were taken from DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1). They are related to fresh matter.

For tuber crops (Figure 11.1, centre), $a_{above, i} = a/b_1$, which is the reciprocal of the root leave ratio. These values were taken from DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1). They are related to fresh matter.

For permanent grassland (pastures and meadows) and fodder production (grass, clover grass mixtures) and alfalfa (Figure 11.1, right) $a_{above, i} = a_2/a_1$. These ratios

Für Getreide, Raps, Körnermais und Ackerleguminosen (Figure 11.1, links) gilt $a_{above, i} = a_2/a_1$; das entspricht dem Kehrwert des Korn-Stroh-Verhältnisses. Diese Werte stammen aus der DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1); sie beziehen sich auf Frischmasse.

Für Hackfrüchte (Figure 11.1, Mitte) gilt $a_{above, i} = a/b_1$; das entspricht dem Kehrwert des Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnisses. Diese Werte stammen aus der DÜNGEVERORDNUNG (2007, Anlage 1, Tabelle 1); sie beziehen sich auf Frischmasse.

Für Dauergrünland (Weiden und Wiesen) und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische) sowie Luzerne (Figure 11.1, rechts) gilt $a_{above, i} = a_2/a_1$. Diese Verhältnis-

were calculated according to IPCC(2006)-11.17. The result is in each case (rounded for alfalfa) 0.3. This value is related to dry matter. However, it is valid for fresh matter as well in these cases, because it can be assumed that the dry matter contents of a_1 and a_2 do not differ.

In case of maize for silage the complete above ground biomass is harvested. Hence $a_{above,\ i} = 0$.

It is assumed that the grain to straw ratios and the root to leave ratios have not changed during the reporting period.

se wurden gemäß IPCC(2006)-11.17 ausgerechnet. Der Wert beträgt jeweils 0,3 (für Luzerne gerundet) und bezieht sich auf Trockenmasse. Da jedoch angenommen werden kann, dass in diesen Fällen die Trockenmassegehalte von a_1 und a_2 sich nicht unterscheiden, gilt er ebenso für die Frischmasse.

Bei Silomais wird die ganze oberirdische Pflanze geerntet. Daher ist $a_{above,\ i} = 0$.

Es wird davon ausgegangen, dass sich das Korn-Stroh-Verhältnis bzw. das Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnis im Berichtszeitraum nicht geändert hat.

11.7.1.3.5 *Ratio of below ground crop residues to above ground biomass ($a_{below,\ Bio,\ i}$) / Verhältnis der unterirdischen Ernterückstände zur oberirdischen Biomasse ($a_{below,\ Bio,\ i}$)*

To calculate the below ground crop residues, the ratio of below ground crop residues to above ground biomass $a_{below,\ bio,\ i}$ (= $R_{BG\text{-}BIO}$ aus IPCC 2006, 11.17) is used. For tuber crops, above ground biomass equals above ground crop residues; apart from that it is the sum of yield and above ground crop residues.

For rye, triticale and rape there is no information in IPCC (2006). The value for grains is used instead. These values are related to dry matter.

Zur Berechnung der unterirdischen Ernterückstände wird das Verhältnis der unterirdischen Ernterückstände zur oberirdischen Biomasse $a_{below,\ bio,\ i}$ (= $R_{BG\text{-}BIO}$ aus IPCC 2006, 11.17) verwendet. Die oberirdische Biomasse ist dabei für Hackfrüchte gleichzusetzen mit den oberirdischen Ernterückständen, ansonsten ist sie die Summe aus Ernte und oberirdischen Ernterückständen.

Für Roggen, Triticale und Raps enthält IPCC (2006) keine Angaben. Stattdessen wird der Wert für Getreide verwendet. Die Werte beziehen sich auf Trockenmasse.

11.7.1.3.6 *Duration of cropped system ($x_{renew,\ i}$) and frequency of harvesting ($x_{mow,\ i}$) / Dauer der Kultur ($x_{renew,\ i}$) und Erntefrequenz der Kultur ($x_{mow,\ i}$)*

For pastures and meadows and fodder production (grass or grass-clover mixtures crop residues only occur at a noticeably extent, when the field is ploughed up, which does not occur every year. This is accounted for by the factor $x_{renew,i}$.

The factor $x_{renew,\ i}$ equals 1/x, where x represents the duration of the cropped system in years. For annual crops $x_{renew,\ i} = 1$. For pastures and meadows $x_{renew,\ i} = 0.1$ (expert judgement ROGASIK), meaning that 10 % of the area with permanent grassland is producing crop residues which have to be taken into account. For fodder production a mean lifetime of 2 to 5 a are usual. A mean of 2.5 a for grass and 3 a for grass-clover mixtures was used in this inventory (expert judgement ROGASIK).

For permanent grassland and fodder production (grass or grass-clover mixtures) it is further assumed, that they are mowed three times a year but that crop residues are produced once only.

The factor $x_{mow,\ i}$ equals 1/x, where x is the frequency of mowing. For annual crops $x_{mow,\ i} = 1$. For the exceptions mentioned $x_{mow,\ i} = 1/3$.

Ernterückstände fallen bei Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Kleegras-Mischungen) nur dann in nennenswertem Ausmaß an, wenn nach der Ernte gepflügt wird, was nicht in jedem Jahr der Fall ist. Dies wird durch den Faktor $x_{renew,i}$ berücksichtigt.

Der Faktor $x_{renew,i}$ ist gleich 1/x, wobei x der Dauer der jeweiligen Kultur in Jahren entspricht. Bei einjährigen Kulturen gilt: $x_{renew,\ i} = 1$. Für Weiden und Wiesen gilt $x_{renew,\ i} = 0{,}1$ (Expertenurteil ROGASIK), das bedeutet auf 10 % der Grünlandfläche entstehen Ernterückstände, die berücksichtigt werden müssen. Für Feldfutterbau wird eine mittlere Dauer von 2 bis 5 a, im Mittel 2,5 a für Gras und 3 a für Kleegras-Mischungen angenommen (Expertenurteil ROGASIK).

Für Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Kleegras-Mischungen) wird weiter angenommen, dass drei Mal im Jahr gemäht wird, aber nur ein Mal Ernterückstände anfallen.

Der Faktor $x_{mow,\ i}$ ist gleich 1/x, wobei x der Mähhäufigkeit pro Jahr entspricht. Bei den einjährigen Kulturen gilt: $x_{mow,\ i} = 1$. Bei den genannten Ausnahmen gilt $x_{mow,\ i} = 1/3$.

11.7.1.4 *Constants needed for horticultural crops / Für Gemüse benötigte Konstanten*

The calculation of emissions from crop residues require a number of constants thet are described in the following.

Table 11.9 in Chapter 11.7.1.5 lists all constants used for horticultural crops.

Zur Berechnung der Emissionen aus Ernterückständen werden eine Reihe von Konstanten benötigt, die im Folgenden beschrieben werden.

Table 11.9 in Kapitel 11.7.1.5 gibt alle verwendeten Konstanten für Gemüse an.

11.7.1.4.1 *Ratio of crop residues to yield (ai) / Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte (ai)*

For horticultural crops, there is no data to dittinguish between above and below ground crop residues. The ratio of crop residues to yield is used instead. It was calculated using informations from IGZ (2007).

Für Gemüse gibt es keine Daten zur Unterscheidung zwischen ober- und unterirdischen Ernterückständen. Stattdessen wird das aus Angaben in IGZ (2007) berechnete Verhältnis Ernterückstände/Ernte verwendet.

11.7.1.4.2 *Nitrogen content of crop residues ($x_{N,\,i}$) and harvested crop products($x_{N,\,yield,\,i}$) / Stickstoff-Gehalte der Ernterückstände ($x_{N,\,i}$) und der geernteten Produkte ($x_{N,\,yield,\,i}$):*

Nitrogen content of crop residues for all horticultural crops and nitrogen content of harvested crop products from red oak leaf lettuce, lollo lettuce, arugula, other lettuce, celery root and spring onions were taken from IGZ (2007). Nitrogen content of harvested corp products from the other horticultural crops were obtained from DÜNGEVERORDNUNG (2007).

Aus IGZ (2007) wurden alle Stickstoff-Gehalte der Ernterückstände und die Stickstoff-Gehalte der geernteten Produkte von Eichblattsalat, Lollosalat, Rucolasalat, sonstige Salats, Knollensellerie und Bundzwiebeln übernommen. Für die anderen Gemüsesorten wurden Daten aus der DÜNGEVERORDNUNG (2007) übernommen.

11.7.1.4.3 *Factor for not harvested horticultural crops (δ_{HC}) / Faktor für nicht geerntetes Gemüse (δ_{HC})*

Following expert judgement (FELLER C, IGZ Großbeeren and Erfurt) it is to be be expected that only 70 to 90 % of the horticultural crops grown are actually harvested. The rest of 10 to 30 % is not marketable and will not be harvested. For the inventory the percentage of the total amount of not harvested horticultural crops is assumed to be q = 20 %. Then the ratio of the amounts of unharvested crops to harvested crops is given by $\delta_{HC} = q / (100 - q) = 20/80$.

The unharvested fraction of the horticultural crops are treated as additional crop residues.

Laut Expertenurteil (FELLER C, IGZ Großbeeren und Erfurt) ist davon auszugehen, dass nur zwischen 70 und 90 % des aufgewachsenen Gemüses auch geerntet werden, die restlichen 10 bis 30 % verbleiben als nicht vermarktbar auf dem Feld. Für das Inventar wird dieser auf dem Feld verbleibende Anteil des aufgewachsenen Gemüses mit q = 20 % angesetzt. Damit lässt sich das Mengenverhältnis von nicht geerntetem zu geerntetem Gemüse durch $\delta_{HC} = q / (100 - q) = 20/80$ beschreiben.

Der auf dem Feld verbleibende Anteil des Gesamtaufwuchses wird den Ernterückständen hinzugerechnet.

11.7.1.5 *Overview of data used to estimate the activity data / Übersicht über die zur Aktivitätsdatenberechnung verwendeten Daten*

Table 11.8 und Table 11.9 list the constants used to estimate the activity data.

Table 11.8 und Table 11.9 geben die zur Aktivitätsdatenberechnung verwendeten Konstanten wieder.

Table 11.8: Crop residues (agricultural crops and grassland), data used to calculate N_2O and N_2 emissions

Agricultural Crop	$x_{renew,i}$	$x_{mow,i}$	$x_{Y,DM,i}$	$X_{AGR,DM,i}$	$a_{above,i}$	$x_{N,above,i}$	$a_{below,bio,i}$	$x_{N,below,i}$
	ha ha^{-1}		kg kg^{-1}		kg kg^{-1}	kg kg^{-1} N	kg kg^{-1}	kg kg^{-1} N
winter wheat	1	1	0.86	0.86	0.8	0.0050	0.23	0.009
spring wheat	1	1	0.86	0.86	0.8	0.0050	0.28	0.009
rye	1	1	0.86	0.86	0.9	0.0050	0.22	0.011
winter barley	1	1	0.86	0.86	0.7	0.0050	0.22	0.014
spring barley	1	1	0.86	0.86	0.8	0.0050	0.22	0.014
oat	1	1	0.86	0.86	1.1	0.0050	0.25	0.008
triticale	1	1	0.86	0.86	0.9	0.0050	0.22	0.009
grain maize	1	1	0.86	0.86	1.0	0.0090	0.22	0.007
maize for silage	1	1	0.28	0.28	0.0	0.0038	0.22	0.007
rape	1	1	0.91	0.86	1.7	0.0070	0.22	0.010
sugar beet	1	1	0.23	0.18	0.7	0.0040	0.20	0.014
fodder beet	1	1	0.12	0.16	0.4	0.0025	0.20	0.014
clover, grass-clover leys, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)	0.33	0.33	0.20	0.20	0.3	0.0052	0.80	0.016
alfalfa	1	1	0.20	0.20	0.3	0.0060	0.40	0.019
grass (fodder production)	0.4	0.33	0.20	0.20	0.3	0.0048	0.80	0.012
potatoes	1	1	0.22	0.15	0.2	0.0020	0.20	0.014
broad beans	1	1	0.86	0.86	1.0	0.0150	0.40	0.022
peas	1	1	0.86	0.86	1.0	0.0150	0.40	0.022
other pulses	1	1	0.86	0.86	1.0	0.0150	0.40	0.022
pastures and meadows	0.1	0.33	0.20	0.20	0.3	0.0050	0.80	0.012

Sources: see Chapter 11.7.1.3

Table 11.9: Crop residues (horticultural crops), data used to calculate N_2O and N_2 emissions (N contents related to fresh matter)

Horticultural Crop	a_i kg kg^{-1}	$x_{N,i}$ kg kg^{-1} N	$x_{N,yield,i}$ kg kg^{-1} N	Horticultural Crop	a_i kg kg^{-1}	$x_{N,i}$ kg kg^{-1} N	$x_{N,yield,i}$ kg kg^{-1} N
cauliflower	1.29	0.0034	0.0032	fennel	0.75	0.0030	0.0024
broccoli	3.67	0.0035	0.0037	celery root	0.50	0.0030	0.0025
chinese cabbage	0.71	0.0018	0.0016	horseradish	1.30	0.0037	0.0051
curly kale	1.25	0.0035	0.0046	carrots	0.17	0.0017	0.0017
kohlrabi	0.33	0.0035	0.0030	red radish	0.17	0.0020	0.0020
Brussels sprouts	2.60	0.0040	0.0047	white radish	0.20	0.0017	0.0017
red cabbage	0.80	0.0030	0.0028	beetroot	0.67	0.0025	0.0027
white cabbage	0.56	0.0030	0.0026	gherkin	0.71	0.0020	0.0017
Savoy cabbage	1.00	0.0040	0.0038	cucumber	0.71	0.0020	0.0017
red oak leaf lettuce	0.31	0.0019	0.0019	marrows	1.00	0.0025	0.0025
crisphead lettuce	0.33	0.0013	0.0013	courgette	0.85	0.0030	0.0023
endive	0.33	0.0020	0.0025	sweet corn	2.00	0.0030	0.0032
lamb´s lettuce	0.25	0.0045	0.0045	French bean	1.83	0.0040	0.0035
butterhead lettuce	0.20	0.0018	0.0018	broad bean	1.80	0.0030	0.0013
lollo lettuce	0.31	0.0019	0.0019	runner bean (incl. scarlet runner bean)	1.80	0.0032	0.0035
radicchio	0.79	0.0025	0.0025	peas for threshing (without pods)	4.57	0.0040	0.0049
Romaine lettuce	0.22	0.0020	0.0020	peas for picking (with pods)	4.57	0.0040	0.0049
arugula	0.71	0.0030	0.0040	spring onions	0.18	0.0020	0.0020
other lettuce	0.31	0.0019	0.0019	onions (incl. shallots)	0.25	0.0040	0.0022
spinach	0.60	0.0036	0.0043	parsley	0.15	0.0040	0.0044
rhubarb	0.54	0.0050	0.0029	leek	0.68	0.0030	0.0027
asparagus	0.33	0.0046	0.0025	chive	0.20	0.0050	0.0050
celery stalks	0.60	0.0025	0.0027				

Sources: see Chapter 11.7.1.4

11.7.1.6 *Uncertainty of activity data / Unsicherheit der Aktivitätsdaten*

Quantitative judgements of the uncertainty of the areas do not exist for Germany (communicated by Statistisches Bundesamt). In addition, no uncertainties are available for the yield data used in the inventory.

EMEP(2007)-B1020-14 states that uncertainty concerning the N contents in crop residues is likely to fall below 25 % (distribution normal).

Hence the inventory assumes an overall uncertainty of 25 % (standard error) respively 50 % (half the 95 % confidence interval). Normal distribution is assumed.

Quantitative Aussagen zur Genauigkeit der Flächenermittlung liegen für Deutschland nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt). Zu den Ertragswerten sind ebenfalls keine Unsicherheitsangaben verfügbar. Für die N-Gehalte der Ernterückstände wird von einem Standardfehler in der Größenordnung von 25 %, normal verteilt, ausgegangen (EMEP(2007)-B1020-14).

Insgesamt wird für das Inventar von einem Standardfehler der Aktivitätsdaten von 25 % ausgegangen (entsprechend 50 % für das halbe 95 %-Konfidenzintervall), wobei Normalverteilung antgenommen wird.

11.7.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

11.7.2.1 *The method applied / Angewandte Methode*

The general calculation procedure for N_2O is described in IPCC(2006)-11.11 ff as Tier 2 methodology (based on equation 11.2 in IPCC (2006)-11.11). In order to account for different data structures, the calculation is performed separately for agricultural crops and horticultural crops:

Das prinzipielle N_2O-Rechenverfahren ist in IPCC(2006)-11.11 ff als Stufe-2-Verfahren beschrieben (aufbauend auf Gleichung 11.2 in IPCC (2006)-11.11). Aufgrund unterschiedlicher Datengrundlagen erfolgt die Berechnung der Emissionen für Ackerbau und Gemüse getrennt:

$$E_{\text{N2O-N, CR}} = E_{\text{N2O-N, CR, AC}} + E_{\text{N2O-N, CR, HC}} \quad \textbf{(11.10)}$$

with

$$E_{\text{N2O-N, CR, AC}} = \left(\sum_{\text{i}} \left(m_{\text{N, AGR, i}} + m_{\text{N, BGR, i}} \right) - m_{\text{N, straw}} \right) \cdot EF_{\text{N2O-N, CR}} \cdot \beta \quad \textbf{(11.11)}$$

$$E_{\text{N2O-N, CR, HC}} = \left(\sum_{\text{j}} A_{\text{j}} \cdot y_{\text{j}} \cdot a_{\text{j}} \cdot x_{\text{N,j}} + A_{\text{j}} \cdot y_{\text{j}} \cdot a_{\text{j}} \cdot x_{\text{N,j}} \cdot \delta_{\text{HC}} + A_{\text{j}} \cdot y_{\text{j}} \cdot x_{\text{N,yield, j}} \cdot \delta_{\text{HC}} \right) \cdot EF_{\text{N2O-N, CR}} \cdot \beta \quad \textbf{(11.12)}$$

where

$$m_{\mathrm{N,\,AGR,i}} = A_{\mathrm{i}} \cdot x_{\mathrm{renew,i}} \cdot x_{\mathrm{mow,i}} \cdot y_{\mathrm{i}} \cdot a_{\mathrm{above,i}} \cdot x_{\mathrm{N,above,i}} \quad \textbf{(11.13)}$$

and, for all agricultural and grassland crops except tuber crops,

$$m_{\mathrm{N,\,BGR,i}} = A_{\mathrm{i}} \cdot x_{\mathrm{renew,i}} \cdot x_{\mathrm{mow,i}} \cdot y_{\mathrm{i}} \cdot \left(x_{\mathrm{Y,DM,i}} + a_{\mathrm{above,i}} \cdot x_{\mathrm{AGR,DM,i}}\right) \cdot a_{\mathrm{below,Bio,i}} \cdot x_{\mathrm{N,below,i}} \quad \textbf{(11.14)}$$

and, for tuber crops,

$$m_{\mathrm{N,\,BGR,i}} = A_{\mathrm{i}} \cdot x_{\mathrm{renew,i}} \cdot x_{\mathrm{mow,i}} \cdot y_{\mathrm{i}} \cdot \left(a_{\mathrm{above,i}} \cdot x_{\mathrm{AGR,DM,i}}\right) \cdot a_{\mathrm{below,Bio,i}} \cdot x_{\mathrm{N,below,i}} \quad \textbf{(11.15)}$$

and

$E_{\mathrm{N2O\text{-}N,\,CR}}$	N_2O N emissions due to rotting of crop residues (in Gg a^{-1} N_2O-N)
$E_{\mathrm{N2O\text{-}N,\,CR,AC}}$	N_2O-N emissions due to rotting of agricultural and grassland crop residues (in Gg a^{-1} N_2O-N)
$E_{\mathrm{N2O\text{-}N,\,CR,HC}}$	N_2O-N emissions due to rotting of horticultural crop residues (in Gg a^{-1} N_2O-N)
i	running index of agricultural crops
j	running index of horticultural crops
$m_{\mathrm{N,\,AGR,I}}$	amount of nitrogen in above ground residues of crop i (in kg N)
$m_{\mathrm{N,\,BGR,I}}$	amount of nitrogen in below ground residues of crop i (in kg N)
$m_{\mathrm{N,\,straw}}$	amount of nitrogen removed with straw used as bedding (in kg N)
A_{i}	area covered by crop i (in ha)
$x_{\mathrm{renew,\,i}}$	fraction of crop i that is harvested annually (in ha ha^{-1})
$x_{\mathrm{mow,\,i}}$	1 / quantity of harvests of crop i in a year (no dimension)
y_{i}	yield of crop i, in fresh matter (in kg ha^{-1} FM)
$a_{\mathrm{above,\,i}}$	ratio of above ground residues to crop yield of crop i (in kg kg^{-1} FM)
$x_{\mathrm{N,\,above,\,i}}$	N content of above ground residues of crop i, related to fresh matter (in kg kg^{-1} N)
$x_{\mathrm{Y,\,DM,\,i}}$	Dry matter content of yield of crop i (in kg kg^{-1})
$x_{\mathrm{AGR,\,DM,\,i}}$	Dry matter content of above ground residues of crop i (in kg kg^{-1})
$a_{\mathrm{below,Bio,\,i}}$	ratio of below ground residues to above ground biomass of crop i (in kg kg^{-1} DM)
$x_{\mathrm{N,\,below,\,i}}$	N content of below ground residues of crop i, related to dry matter (in kg kg^{-1} N)
$EF_{\mathrm{N2O\text{-}N,\,CR}}$	N_2O-N emission factor for crop residues (in kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg^{-1})
a_{j}	ratio of crop residues to crop yield of crop j (in kg kg^{-1})
$x_{\mathrm{N,j}}$	N content of crop residues of crop j, related to fresh matter (in kg kg^{-1} N)
$x_{\mathrm{N,yield,j}}$	N content of normally harvested parts of crop j, related to fresh matter (in kg kg^{-1} N)
δ_{HC}	not harvested horticultural crops factor (δ_{HC} = 20/80 kg kg^{-1})

No methodology is available for the calculation of the N_2 emissions. Hence, they are calculated by analogy to the N_2O emissions.

According to IPCC (2006)-11.11, Table 11.1, the N_2O-N emission factor is the same like for the application of synthetic fertilizers, see Chapter 11.1.2.2 (see Chapter 11.1.2.2 also for the uncertainty of the emission factor).

By analogy, the N2 emission factor of the application of synthetic fertilizers is adopted, see Chapter 11.1.2.4. (see Chapter 11.1.2.4 also for the uncertainty of the emission factor).

Für die N_2-Emissionen ist kein eigenständiges Verfahren bekannt. Sie werden daher analog zu den N_2O-Emissionen berechnet.

Der N_2O-N-Emissionsfaktor ist nach IPCC (2006)-11.11, Table 11.1, der gleiche wie bei Mineraldüngerausbringung, siehe Kapitel 11.1.2.2 (auch bzgl. der Unsicherheit des Emissionsfaktors).

Analog dazu wird auch der N_2-Emissionsfaktor der Mineraldüngerausbringung übernommen, siehe Kapitel 11.1.2.4 (auch bzgl. der Unsicherheit des Emissionsfaktors).

11.8 CO_2 from liming / CO_2 aus Kalkung

The application of calcium fertilizers reduces the degree of acidity of the soil and improves the conditions of plant growth while leading to emissions of CO_2.

The range of calcium fertilizers comprises all carbonates of calcium and magnesium in their pure form or as admixtures. Under CRF 3.G, Germany reports the total CO_2 emissions that arise from the application of calcium fertilizers. Hence, "IE" is reported under CRF 3.I („other calcium fertilizers").

As required by the CRF tables, the CO_2 emissions reported comprise also the CO_2 emissions from liming of forests.

Kalkdüngung verringert den Säuregehalt des Bodens und verbessert das Pflanzenwachstum, wobei CO_2 frei gesetzt wird.

Die Kalkdünger umfassen alle Carbonate von Calcium und Magnesium als reine Stoffe oder als Beimengungen. Deutschland berichtet unter CRF 3.G die gesamten CO_2-Emissionen, die aus der Anwendung Kalkdüngern entstehen. Unter CRF 3.I („Andere kalkhaltige Dünger") wird daher „IE" angegeben.

Die berichteten CO_2-Emissionen umfassen entsprechend der Anforderung in den CRF-Tabellen auch die aus der Kalkung im Forstbereich.

11.8.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Data on the amounts of calcium fertlizers applied are not available. Hence it is assumed that the amounts of fertilizers sold in Germany during the business year Y-1/Y (e. g. 1989/1990) can serve as an estimate of the amounts applied in the calendar year 1990. The amounts of fertilizers sold are provided by the Federal Statistical Agency (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 8.2). Amounts given in units of CaO haven been converted into units of $CaCO_3$. This conversion is based on the molecular weights of Ca (40), C (12) and O (16), leading the molecular-weight ratio of $CaCO_3$/CaO = 100/56.

Table 11.10 shows the development of the total amounts of $CaCO_3$ in the years 1990 – 2013 as well as the pertaining contributions by the sectors "agriculture" and "forest". The data comprise Dolomite.

Daten zu ausgebrachten Düngekalkmengen sind nicht verfügbar. Daher wird die Ausbringung aus den in Deutschland verkauften Produktmengen abgeleitet, wobei angenommen wird, dass die im Kalenderjahr Y (z. B. 1990) ausgebrachte Menge gleich der im Wirtschaftsjahr Y-1/Y (d. h. 1989/1990) verkauften Menge entspricht. Die in der Offizialstatistik (STATISTISCHES BUNDESAMT, Fachserie 4, Reihe 8.2) als CaO berichteten Produktmengen wurden für die Emissionsberechnungen in $CaCO_3$ umgerechnet. Aufgrund der Molgewichte von Ca (40), C (12) und O (16) gilt ein Umrechnungverhältnis von $CaCO_3$/CaO = 100/56.

Table 11.10 zeigt den zeitlichen Verlauf der $CaCO_3$-Gesamtmengen sowie ihre Aufteilung auf Landwirtschaft und Forst. Dolomit kann nicht einzeln ausgewiesen werden, sondern ist in den Daten enthalten.

Table 11.10: CO_2 from liming, amounts of $CaCO_3$ (in Gg a^{-1})

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
total	2902.0	2922.6	2804.5	2763.8	3205.8	3736.1	3732.5	3915.0	4322.5	4445.0
Agriculture	2636.4	2661.2	2435.2	2480.3	2856.1	3405.3	3405.2	3580.4	3982.4	4132.7
Forest	265.6	261.4	369.3	283.6	349.7	330.8	327.3	334.6	340.1	312.2
	2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
total	4873.1	4166.2	4324.9	3991.0	4006.9	3820.1	3669.4	3955.0	4087.8	3977.5
Agriculture	4600.0	3898.5	4029.2	3743.1	3820.6	3661.9	3519.5	3801.8	3968.7	3828.7
Forest	273.1	267.7	295.7	248.0	186.3	158.1	149.9	153.2	119.1	148.8
	2010	**2011**	**2012**	**2013**						
total	3859.1	4186.3	4334.6	4446.5						
Agriculture	3726.6	4040.0	4195.8	4291.8						
Forest	132.6	146.3	138.8	154.7						

The German official quality report dealing with STATBA FS 4, R 8.2 considers the results of the statistics dealing with mineral fertilizers as "reliable and precise", as it reflects the results of a comprehensive survey without statistical errors and very few gaps due to insufficient reporting. Hence we assume an uncertainty (95 % confidence interval of < ± 1 %. The inventory uses 1 %. In addition, a normal distribution is assumed.

Nach dem Qualitätsbericht zu STATBA FS 4, R 8.2 sind die Ergebnisse der Düngemittelstatistik als „zuverlässig und präzise" einzustufen da es sich um eine Totalerhebung ohne statistischen Fehler mit seltenen Antwortausfällen handelt. Dies wird als Unsicherheit (95%-Konfidenzintervall) < ± 1 % interpretiert. Im Inventar wird mit ± 1 % gerechnet. Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.8.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

A Tier 1 methodology (IPCC (2006)-11.27) is used to calculate the CO_2-C emissions from liming by multiplying

Die CO_2-C-Emissionen aus Kalkung werden mit einer Stufe-1-Methodik (IPCC (2006)-11.27) als Produkt aus

the amount of calcium fertilizer (in $CaCO_3$, see Chapter 11.8.1) and the CO_2-C emission factor that is related to $CaCO_3$. This emission factor can be derived stoichiometrically. It is 0,12 kg CO_2-C per kg $CaCO_3$, see IPCC (2006)-11.27. CO_2-C emissions are converted into CO_2 emissions by multiplying with the molecular-weight ratio 44/12 (IPCC (2006)-11.27).

The uncertainties of emissions from application of calcium fertilizers are based on tolerance limits in the composition of fertilizers specified in the Fertilizers Act (DÜNGEMITTELVERORDNUNG, 2012, pg. 32 ff). The Fertilizers Act tolerates variations of only 2 to 4 %, depending on the type of calcium fertilizer. The total uncertainty (95 % confidence interval) for liming in agriculture varies for the different years since 1990, but has always been lower than 3 %. This value is considerably lower for liming in the forest sector. However, as emissions from agriculture and forest are reported as a total, the calculation of the the total uncertainty of the German GHG inventory is conservatively based on an uncertainty of the emissionfactor of 3 %.

In general, some of of the C contained in calcium fertilizers is not converted into CO_2, causing additional uncertainties of the emissions. However, this cannot be taken into account due to lack of statistical data on the degree of conversion of C into CO_2. Hence, apart from composition tolerance limits, the calculated CO_2 emissions represent maximum possible emissions.

Kalkungsmenge (in $CaCO_3$, siehe Kapitel 11.8.1) und CO_2-C-Emissionsfaktor berechnet, der auf $CaCO_3$ bezogen ist. Der Emissionsfaktor ist stöchiometrisch abzuleiten und wird von IPCC (2006)-11.27 mit 0,12 kg CO_2-C pro kg $CaCO_3$ angegeben. Durch Multiplikation mit dem Molgewichtsverhältnis von 44/12 (IPCC (2006)-11.27) erhält man die Emissionen in CO_2-Einheiten.

Die Unsicherheiten für Emissionen aus der Kalkdüngung ergeben sich aus den Wirkstofftoleranzgrenzen der DÜNGEMITTELVERORDNUNG (2012), S. 32 ff. Diese toleriert Unsicherheiten bezüglich der Menge des Wirkstoffs von nur 2 - 4 %, je nach Art des Kalkdüngers. Die Gesamtunsicherheit (95 %-Konfidenzintervall) für die Kalkung in der Landwirtschaft variiert für die verschiedenen Jahre der Zeitreihe, ist aber nie größer als 3 %. Für den Forst ist die Gesamtunsicherheit zwar deutlich niedriger als 3 %; da aber die Emissionen aus der Kalkung als Kombination aus Landwirtschaft und Forst berichtet werden, wird in der Berechnung der THG-Gesamtunsicherheit die Unsicherheit der Emissionsfaktoren einheitlich mit 3 % angesetzt.

Unsicherheiten, die darauf zurückgehen, dass nicht das gesamte C in CO_2 umgewandelt wird, können hier nicht berücksichtigt werden, da die tatsächlich in CO_2 umgewandelte C-Menge nicht quantifizierbar ist. Daher stellen die berechneten Emissionen - abgesehen von der o. g. Wirkstofftoleranz - die Abschätzung einer maximal möglichen Emission dar.

11.9 CO_2 from application of urea / CO_2 aus Harnstoffanwendung

After the application of urea and ammonium nitrate urea (ANS) as fertilizers, urea reacts in the presence of water (and urease enzymes) and produces CO_2 emissions. These emissions have to be reported according to IPCC(2006)-11.32.

Nach der Anwendung von Harnstoff und von Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösungen (AHL) als Dünger entstehen durch die chemische Reaktion mit Wasser (in Anwesenheit von Urease) CO_2-Emissionen, die nach IPCC(2006)-11.32 zu berichten sind.

11.9.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Table 11.11 shows the time series of the amounts of urea applied (including urea solutions). These amounts have been derived stoichiometrically (multiplication with 60/28) from the amounts of urea-N reported by official statistics.

Table 11.11 zeigt die Mengen an ausgebrachtem Harnstoff (einschließlich Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung). Diese Mengen wurden auf stöchiometrischem Wege (Multiplikation mit dem Molgewichtsverhältnis 60/28) aus den in der Offizialstatistik berichteten Harnstoff-N-Mengen abgeleitet.

Table 11.11: Amounts of urea applied (including urea solutions) (in Gg a^{-1})

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
654.0	591.4	542.6	615.0	569.3	650.8	655.7	676.4	703.9	763.4
2000	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
788.9	874.2	880.1	863.8	915.7	815.4	891.5	874.1	883.5	1084.1
2010	**2011**	**2012**	**2013**						
801.0	1022.6	852.0	947.8						

The German official quality report dealing with STATBA FS 4, R 8.2 considers the results of the statistics dealing with mineral fertilizers as "reliable and precise", as it reflects the results of a comprehensive survey without statistical errors and very few gaps due to insufficient reporting. Hence we assume an uncertainty (95 % confidence interval of < ± 1 %. The inventory uses 1 %. In addition, a normal distribution is assumed.

Nach dem Qualitätsbericht zu STATBA FS 4, R 8.2 sind die Ergebnisse der Düngemittelstatistik als „zuverlässig und präzise" einzustufen da es sich um eine Totalerhebung ohne statistischen Fehler mit seltenen Antwortausfällen handelt. Dies wird als Unsicherheit (95%-Konfidenzintervall) < ± 1 % interpretiert. Im Inventar wird mit ± 1 % gerechnet. Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.9.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

In the presence of water and urease, urea reacts completely according to the following equation:

Harnstoff reagiert in Gegenwart von Urease und Wasser vollständig gemäß

$$(H_2N)_2CO + H_2O \longrightarrow 2\,NH_3 + CO_2$$

The inventory is based on the assumption of a complete reaction. The CO_2-C emissions are calculated according to IPCC (2006)-11.32, Equation 11.13:

Unter der Annahme einer vollständigen Umsetzung des Harnstoffs erfolgt die Berechnung der CO_2-C-Emissionen nach IPCC (2006)-11.32, Gleichung 11.13:

$$E_{\text{CO2-C, urea}} = m_{\text{urea}} \cdot EF_{\text{CO2-C, urea}} \qquad (11.1)$$

where
$E_{\text{CO2-C, urea}}$ CO_2-C emission flux (in Gg a^{-1})
m_{urea} amount of urea applied (in Gg a^{-1})
$EF_{\text{CO2-C, urea}}$ emission factor ($EF_{\text{CO2, urea}}$ = 0.2 Gg Gg^{-1})

The emissions are converted into CO_2 units by multiplying the result of Equation (11.11) with the ratio of molecular weights (44/12, see IPCC (2006)-11.27).

Based on the tolerance limits of N contents specified in the Fertilizers Act (DÜNGEMITTELVERORDNUNG, 2012) the uncertainty of the emission factor is about 1 %. The range of uncertainty of ± 1 % is interpreted as 95 % confidence interval. Normal distribution is assumed.

Durch Multiplikation mit dem Molgewichtsverhältnis von 44/12 (IPCC (2006)-11.27) erhält man die Emissionen in CO_2-Einheiten.

Mit Hilfe der N-Toleranzangabe für Harnstoff in der DÜNGEMITTELVERORDNUNG (2012) lässt sich eine Unsicherheit des Emissionsfaktors von rund 1 % ableiten. Der Unsicherheitsbereich von ±1 % wird als 95-%-Konfidenzintervall interpretiert (Normalverteilung).

In general, some of of the C contained in calcium fertilizers is not converted into CO_2, causing additional uncertainties of the emissions. However, this cannot be taken into account due to lack of statistical data on the degree of conversion of C into CO_2. Hence, apart from composition tolerance limits, the calculated CO_2 emissions represent maximum possible emissions.

Unsicherheiten, die darauf zurückgehen, dass nicht das gesamte C in CO_2 umgewandelt wird, können hier nicht berücksichtigt werden, da die tatsächlich in CO_2 umgewandelte C-Menge nicht quantifizierbar ist. Daher stellen die berechneten Emissionen - abgesehen von der o. g. Wirkstofftoleranz - die Abschätzung einer maximal möglichen Emission dar.

11.10 NMVOC from cultivated crops / NMVOC aus landwirtschaftlichen Kulturen

As of Submission 2015, the German inventory calculates and reports NMVOC emissions from cultivated crops as far as EMEP (2013) has provided the respective methodology.

Das deutsche Inventar berücksichtigt ab Berichterstattung 2015 NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Kulturen, soweit dies bei EMEP (2013) vorgesehen ist.

11.10.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Table 11.12 shows the input data used for the calculations of NMVOC emissions from cultivated crops. Data on areas under cultivation and fresh matter yields are presented exemplarily for 1990 and 2013. Data on areas under cultivation and fresh matter yields are provided by the Federal Statistical Agency (Fachserie 3, Reihe 3). Conversion from mass of fresh matter into mass of dry matter is based on data of freshmatter contents given in the Fertilizers Ordnance (DüV, 2007). The data on "fraction of year emitting" for wheat, rye, rape and grass were taken from EMEP (2013)-3D-34, Tabelle A3-2. The have been applied to other cultures accordingly.

Table 11.12 zeigt die Eingangsdaten für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus landwirtschaftlichen Kulturen. Für die Anbauflächen und die Frischmasseneträge sind exemplarisch Anfangs- und Endjahr der Zeitreihe dargestellt. Daten zu Anbauflächen und Frischmasseerträgen berichtet das Statistische Bundesamt (Fachserie 3, Reihe 3). Die Umrechnung in Trockenmasseerträge erfolgt über die Trockenmassegehalte aus der Düngeverordnung (DüV, 2007). Die relative Emissionsdauer wurde für Weizen, Roggen, Raps und Gras aus EMEP (2013)-3D-34, Tabelle A3-2, entnommen und sinngemäß auf die übrigen Kulturen übertragen.

Table 11.12: Activity data and parameters for the calculation of NMVOC from agricultural crops

crop	area of cultivation [ha]		fresh matter yield [kg ha-1]		dry matter content [kg kg-1]	fraction of year emitting [a a-1]
	1990	2013	1990	2013		
wheat	2419.9	3119.7	6.3	8.0	0.86	0.3
rye	1067.1	784.5	3.8	6.0	0.86	0.3
barley	2612.5	1570.6	5.4	6.6	0.86	0.3
oats	533.5	149.0	4.5	4.8	0.86	0.3
triticale	77.4	396.9	5.1	6.6	0.86	0.3
grain maize	228.4	496.9	6.8	8.9	0.86	0.3
maize for silage	1365.4	2003.2	40.4	39.0	0.28	0.3
rape	557.5	1460.1	3.0	4.0	0.91	0.3
tuber crops	1249.6	600.2	40.6	55.8	0.22	0.3
clover, gras mixtures, alfalfa (fodder production)	856.6	634.1	34.0	34.4	0.20	0.5
pulses	121.2	74.5	3.6	3.5	0.86	0.3
pastures and meadows	5417.2	4411.6	31.6	32.3	0.20	0.5

Quantitative judgements of the uncertainty of the areas do not exist for Germany, see Chapter 11.7.1.6. In addition, no uncertainties are available for yield data and dry matter contents.

Quantitative Aussagen zur Genauigkeit der Flächenangaben liegen nicht vor, siehe Kapitel 11.7.1.6. Zu Ertragswerten und Trockenmassegehalten sind ebenfalls keine Unsicherheitsangaben verfügbar.

11.10.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

The calculation of NMVOC emissions is based on the Tier 2 methodology described in EMEP (2013)-3D-32 ff. Note that EMEP (2013)-3D-13 erroneously says that there is no Tier 2 methodology).

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen erfolgt nach der in EMEP (2013)-3D-32 ff beschriebenen Tier-2-Methodik (Anmerkung: In EMEP (2013)-3D-13 heißt es fälschlich, dass es keine Tier-2-Methodik gibt):

$$E_{\mathrm{NMVOC,cult,i}} = \beta \cdot A_{\mathrm{i}} \cdot m_{\mathrm{FM,i}} \cdot x_{\mathrm{DM,i}} \cdot t_{\mathrm{i}} \cdot EF_{\mathrm{NMVOC,cult,i}} \qquad \textbf{(11.16)}$$

$E_{\mathrm{NMVOC,cult,i}}$	NMVOC emissions from agricultural crop i (in kg a-1)
β	time units conversion factor (8760 h a-1)
A_{i}	area of crop i (in ha)
$m_{\mathrm{FM,i}}$	fresh matter yield of crop i (in kg ha-1)
$x_{\mathrm{DM,i}}$	dry matter content of crop i (in kg kg-1)
t_{i}	fraction of year that crop i is emitting (in a a-1)
$EF_{\mathrm{NMVOC,cult,i}}$	NMVOC emission factor for crop i (in kg kg-1 h-1)

For the data on areas of cultivation, fresh matter yields, dry matter yields and fractions of emission times see Table 11.12 in Kapitel 11.10.1.

The emission factors for wheat, rye, rape and grass were taken from EMEP (2013)-3D-34, Tabelle A3-2. The have been applied to other cultures accordingly, see Table 11.13. The emission factor for grass was used for the crop categories “clover, gras mixtures, alfalfa” and “pastures and meadows”. For the other crops the emission factor of wheat was adopted.

Die Daten zu Anbauflächen, Frischmasseerträgen, Trockenmassegehalten und relativen Emissionsdauern gehen aus Table 11.12 in Kapitel 11.10.1hervor.

Die Emissionsfaktoren wurden für Weizen, Roggen, Raps und Gras aus EMEP (2013)-3D-34, Tabelle A3-2, entnommen, siehe Table 11.13. Für die Kulturkategorien „Kleegras, Futtergras, Alfalfa“ sowie „Wiesen und Mähweiden“ wurde der EMEP-Emissionsfaktor von Gras übernommen. Für die übrigen Kulturen wurde der EMEP-Emissionsfaktor von Weizen angenommen.

Table 11.13: NMVOC emission factors provided by EMEP (2013)

culture	NMVOC emission factor (kg kg^{-1} h^{-1})
wheat	$2.60 \cdot 10^{-8}$
rye	$1.41 \cdot 10^{-7}$
rape	$2.02 \cdot 10^{-7}$
grass (15 °C)	$1.03 \cdot 10^{-8}$

The estimation of NMVOC emissions is prone to considerable uncertainties (EMEP (2013)-3D-5, EMEP (2013)-3D-7, EMEP (2013)-3D-34). The German inventory assumes that the uncertainty of the Tier 2 emission factors (i. e. the 95 % confidence interval) corresponds to the uncertainty of the Tier 1 emission factors given in EMEP (2013)-3D-11, Table 3-1, that is described by a factor of 4. This means that the boundaries of the 95 % confidence interval are given by -75 % and +300 % of the mean emission factor. A lognormal distribution is assumed.

Die Bestimmung von NMVOC-Emissionen ist mit großen Unsicherheiten verbunden (EMEP (2013)-3D-5, EMEP (2013)-3D-7, EMEP (2013)-3D-34). Im deutschen Inventar wird davon ausgangen, dass die Unsicherheit der Stufe-2-Emissionfaktoren der Unsicherheit der Stufe-1-Emissionsfaktoren in EMEP (2013)-3D-11, Tabelle 3-1, entspricht (Faktor 4). Unter der Annahme, dass diese Angabe das 95 %-Konfidenzintervall beschreibt, liegen dessen Grenzen bei -75 % und +300 % des mittleren Emissionsfaktors. Angenommen wird eine Lognormal-Verteilung.

11.11 Emissions of particulate matter / Partikelemissionen

Soil cultivation and harvesting lead to PM emissions, with harvesting being the predominant source. Crop type, soil type, cultivation method and weather conditions determine the source strength. In emission reporting there are three categories of PM: TSP (total suspended matter), PM_{10} and $PM_{2.5}$ (particulate matter, aerodynamic diameter < 10µm and < 2,5 µm, respectively). For definitions of TSP, PM_{10} and $PM_{2.5}$ see EMEP (2013)-3D-35. Due to lack of a more detailed methodology, calculations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ have to use a Tier 1 approach that estimates emissions as proportional to the area of cultivation. TSP is assigned the result of PM_{10}, as there is no TSP emission factor in EMEP (2013).

Bodenbearbeitung und Ernte führen zu Partikelemissionen, wobei die Ernte die bedeutendere Quelle darstellt. Die Quellstärke hängt von Fruchtart, Bodenart, Bearbeitungsmethode und Wetterbedingungen ab. Zu berichten sind Emissionen von TSP (total suspended matter), PM_{10} und $PM_{2.5}$ (particulate matter, Partikelklassen mit aerodynamischem Durchmesser < 10µm bzw. < 2,5 µm). Zur Definition von TSP, PM_{10} und $PM_{2.5}$ siehe EMEP (2013)-3D-35. Mangels detaillierterer Methodik kann die Berechnung von PM_{10} und $PM_{2.5}$ nur proportional zur Anbaufläche erfolgen (Stufe-1-Verfahren). TSP wird mit PM_{10} gleichgesetzt, da EMEP (2013) keinen Emissionsfaktor für TSP angibt.

11.11.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The areas of crop cultivation serve as activity data. These areas are provided by official statistics (STATBA FS 3, R 3.1.2, and before 2005: FS 3, R 1.1.1).

The Federal Statistical Agency does not provide quantitative estimates of the uncertainties of cultivation areas. The inventory assumes an uncertainty (standard error) of 5 % (i. e. 10 % for half the 95 % confidence interval) with normal distribution.

Als Aktivitätsdaten dienen die Anbauflächen-Daten aus Veröffentlichungen des Statistische Bundesamtes (STATBA FS 3, R 3.1.2, bzw. vor 2005: FS 3, R 1.1.1).

Das Statistische Bundesamt macht keine quantitativen Aussagen zur Unsicherheit der Flächendaten. Angenommen wird eine Unsicherheit (Standardfehler) von 5 % (d. h. 10 % für das halbe 95 %-Konfidenzintervall) mit Normalverteilung.

11.11.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

EMEP(2013)-3D-13 describes a Tier 2 methodology for the assessment of particle emissions from area sources in agriculture. However, this methodology requires knowledge of the number of times the emitting practices are carried out, which is not available for Germany. Hence, the Tier 1 methodology described in (EMEP(2013)-3D-10 f is used.

EMEP(2013)-3D-13 beschreibt eine Stufe-2-Methode zur Berechnung von Partikelemissionen aus landwirtschaftlichen Flächenquellen. Da die Häufigkeiten der PM-Emissionen erzeugenden Aktivitäten für Deutschland aber nicht bekannt sind, werden die PM-Emissionen nach der Stufe-1-Methode (EMEP(2013)-3D-10 f) berechnet.

$$E_{\mathrm{PM10,\ crop}} = \sum A_{\mathrm{a}} \cdot EF_{\mathrm{PM10,\ crop}} \cdot \beta \qquad \textbf{(11.17)}$$

$$E_{\mathrm{PM2.5,crop}} = \sum A_{\mathrm{a}} \cdot EF_{\mathrm{PM2.5,crop}} \cdot \beta \qquad \textbf{(11.18)}$$

$E_{\mathrm{PM10,\ crop}}$	PM_{10} emission flux from cropped areas (in Gg a^{-1} PM_{10})
$E_{\mathrm{PM2.5,\ crop}}$	$PM_{2.5}$ emission flux from cropped areas (in Gg a^{-1} $PM_{2.5}$)
A_{a}	area of arable land (in ha)
$EF_{\mathrm{PM10,\ crop}}$	emission factor ($EF_{\mathrm{PM10,\ crop}}$ = 1.56 kg ha^{-1} a^{-1} PM_{10})
$EF_{\mathrm{PM2.5,\ crop}}$	emission factor ($EF_{\mathrm{PM2.5,\ crop}}$ = 0.06 kg ha^{-1} a^{-1} $PM_{2,5}$)
β	mass units conversion ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg^{-1})

The approach only allows for a first estimate of the order of magnitude to be expected for these emissions. The emission factors of this methodology do not include emissions from fertilizer, pesticides or from grassland (e. g. hay making).

TSP is assigned the result of PM_{10}, as there is no TSP emission factor in EMEP (2013).

The uncertainties of the emission factors of PM_{10} and $PM_{2.5}$ are defined by EMEP(2013)-3D-11, Table 3-1: the 95 % confidence interval for PM_{10} is given by 0.78 und 7.8 kg ha^{-1} a^{-1}, for $PM_{2.5}$ by 0.03 und 0.3 kg ha^{-1} a^{-1}. Hence, the difference between the lower boundary of the 95 % confidence interval and the mean emission

Das Verfahren ermöglicht lediglich eine erste Schätzung der Größenordnung der Emissionen. Die Emissionsfaktoren schließen Emissionen aus Düngeranwendung, Pestiziden und aus Grünlandflächen (z. B. durch Heumachen) nicht ein.

TSP wird mit PM_{10} gleichgesetzt, da EMEP (2013) keinen Emissionsfaktor für TSP angibt.

Zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren von PM_{10} und $PM_{2.5}$ gibt EMEP(2013)-3D-11, Table 3-1 an, dass die Grenzen des 95 %-Konfidenzintervalles bei 0,78 und 7,8 kg ha^{-1} a^{-1} für PM_{10} und 0,03 und 0,3 kg ha^{-1} a^{-1} für $PM_{2.5}$ liegen. Damit beträgt die Differenz zwischen der Untergrenze des 95 %-Konfidenzintervalls und dem verwende-

factor is 50 % of the mean emission factor, while the difference between the upper boundary and the mean emission factor is 400 % of the mean emission factor. Accordung to IPCC (2006)-3.29 the higher of these two values has to be used in the Tier 1 emission uncertainty calculation. This implies a standard error of the emission factor of 0.5 · 400 % = 200 %. The distribution is asymmetric (lognormal distribution).

ten mittleren Emissionsfaktor 50 % des Emissionsfaktors, die Differenz zwischen Emissionsfaktor und oberer Konfidenzintervallgrenze 400 %. Nach IPCC (2006)-3.29 ist der größere dieser Prozentwerte für die Tier-1-Unsicherheitsberechnung zu verwenden. Damit ist der anzusetzende Standardfehler 0,5 · 400 % = 200 % des mittleren Emissionsfaktors. Es liegt eine asymmetrischen Verteilung vor (Lognormal-Verteilung).

11.12 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 11.14: Direct emissions from agricultural soils, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	NH_3, mineral fertilizer	EM1001.01	
		NH_3, grazing	EM1001.02	
		NH_3, digested energy plants	EM1001.04	
		N_2O, mineral fertilizer	EM1001.05	
		N_2O, animal manure	EM1001.06	
		N_2O, sewage sludge	EM1001.07	
		N_2O, digested energy plants	EM1001.08	
		N_2O, grazing	EM1001.09	
		N_2O, crop residues	EM1001.10	
		N_2O, histosols	EM1001.11	
		NO, mineral fertilizer	EM1001.22	
		NO, animal manure	EM1001.23	
		NO, digested energy plants	EM1001.24	
		NO, grazing	EM1001.25	
		NMVOC, cultivated crops	EM1001.27	
		TSP. crop production	EM1001.28	
		PM_{10}. crop production	EM1001.29	
		$PM_{2.5}$. crop production	EM1001.30	
		CO_2, urea	EM1001.32	
		CO_2, liming	EM1001.33	
Activity data	Aktivitäten	mineral fertilizers (NH_3)	AI1001.04	AI1001.09
		mineral fertilizers (N_2O, NO)	AC1001.01	
		animal manures	AC1001.07	
		sewage sludges	AC1001.08	
		digested energy plants	AC1001.06	
		grazing	AC1001.02	AC1001.04
		histosols	AC1001.10	
		crop residues	AC1001.09	
		liming	AC1001.15	
		urea	AC1001.14	
		areas for NMVOC and PM calculation	AC1001.11	AC1001.12
Emission factors	Emissionsfaktoren	NH_3, mineral fertilizer	IEF1001.01	
		NH_3, grazing	IEF1001.02	
		NH_3, digested energy plants	IEF1001.04	
		N_2O, mineral fertilizer	IEF1001.05	
		N_2O, animal manure	IEF1001.06	
		N_2O, sewage sludge	IEF1001.07	
		N_2O, digested energy plants	IEF1001.08	
		N_2O, grazing	IEF1001.09	
		N_2O, crop residues	IEF1001.10	
		N_2O, histosols	IEF1001.11	
		NO, mineral fertilizer	IEF1001.16	
		NO, animal manure	IEF1001.17	
		NO, digested energy plants	IEF1001.18	
		NO, grazing	IEF1001.19	
		NMVOC, cultivated crops	IEF1001.21	
		TSP. crop production	IEF1001.22	
		PM_{10}. crop production	IEF1001.23	
		$PM_{2.5}$. crop production	IEF1001.24	
		CO_2, urea	IEF1001.26	
		CO_2, liming	IEF1001.27	

12 Indirect N_2O emissions from agricultural soils / Indirekte N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen

Emissions from managed agricultural soils and cultures fall into two categories: direct emissions and indirect emissions.

Direct emissions are emissions that are a primary effect of soil management, like e. g. NH_3 from and N_2O after spreading of fertilizers, or emissions of particulate matter. For the direct emissions of N_2O see Chapter 11

Indirect emissions are N_2O emissions that are a secondary effect of agricultural activities, i. e. N_2O emissions from soils due to deposition of reactive nitrogen (NH_3 and NO) emitted from agricultural sources, and N_2O emissions that are a consequence of nitrogen leaching and run-off.

According to IPCC (2006), indirect N_2O emissions caused by the N management in animal housing and manure storage are attributed to animal husbandry (Sector 3.D), see Chapter 3.3.4.3.6. For indirect N_2O emissions in connection with digestion of energy plants see Chapter 0. All other indirect N_2O emissions are reported in the Sector "agricultural soils" (Sector 3.D). Their calculation is described in the following.

Table 12.1 gives an overview of the methodologies applied. At t h etime being, only Tier 1 calculation procedures are available.

Bei den Emissionen aus landwirtschaftlicher Nutzflächen wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden.

Direkte Emissionen sind Emissionen, die sich unmittelbar aus der Bodennutzung ergeben, wie z.B. NH_3 und N_2O infolge der Ausbringung von Mineraldünger, aber auch Partikel. Zu direktem N_2O siehe Kapitel 11.

Indirekten Emissionen sind N_2O, das sich als Sekundärfolge von landwirtschaftlichen Aktivitäten ergibt: N_2O aus dem Boden nach Deposition reaktiven Stickstoffs, der zuvor aus landwirtschaftlichen Quellen emittiert wurde, sowie N_2O-Emissionen infolge von N-Auswaschung bzw. -Oberflächenabfluss.

Indirekte N_2O-Emissionen die im Bereich Stall/Lager entstehen, werden nach IPCC (2006) der Tierhaltung (Sektor 3.B) zugeordnet (siehe Kapitel 3.3.4.3.6). Mit Ausnahme der indirekten N_2O-Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen (siehe dazu Kapitel 0) werden alle übrigen indirekten N2O-Emissionen im Sektor „Böden" (Sektor 3.D) berichtet. Ihre Berechnung wird im Folgenden beschrieben.

Table 12.1 gibt eine Übersicht über die verwendeten Rechenverfahren. Derzeit sind nur Tier-1-Verfahren verfügbar.

Table 12.1: Agricultural soils, procedures used for the calculation of indirect N2O emissions

Species	Origin	Tier	Method applied
N_2O	indirect, deposition	1	IPCC
N_2O	indirect, leaching	1	IPCC

12.1 Deposition of reactive nitrogen / Deposition von reaktivem Stickstoff

Atmospheric deposition of reactive nitrogen species results in N_2O emissions. For the agricultural emission inventory, the deposition of reactive nitrogen from agriculture is considered.

Die atmosphärische Deposition von reaktiven Stickstoff-Spezies führt zu N_2O-Emissionen. Für das landwirtschaftliche Emissionsinventar wird die Deposition von reaktivem N aus der Landwirtschaft berücksichtigt.

12.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten

In the German inventory, the calculation of the indirect N_2O emissions caused by deposition assumes that all emissions of reactive nitrogen listed below are deposited:

- NH_3 and NO from fertilizer application,
- NH_3 and NO from application of animal manures (incl. digested manures),
- NH_3 and NO from application of digestates from energy plant digestion,
- NH_3 and No from grazing.

Application of sewage sludge is not considered as there is no calculation of NH_3 and NO emissions from sewage sludge, see Chapter 11.4.

Das deutsche Inventar berechnet die depositionsbedingten N_2O-Emissionen unter der Annahme, dass alle nachstehend aufgeführten Emissionen reaktiven Stickstoffs der Deposition unterliegen:

- NH_3 und NO aus Mineraldüngeranwendung,
- NH_3 und NO aus Wirtschaftsdünger-Ausbringung (incl. vergorenem Wirtschaftsdünger),
- NH_3 und NO aus Ausbringung von Energiepflanzen-Gärresten,
- NH_3 und NO aus Weidegang.

Die Klärschlamm-Ausbringung wird nicht berücksichtigt, da hierfür keine NH_3- und NO-Emissionen berechnet werden, siehe Kapitel 11.4.

An uncertainty (standard error) of 25 % is assumed, normal distribution.

Angenommen wird eine Unsicherheit (Standardfehler) von 25 %, Verteilung normal.

12.1.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

A Tier 1 approach similar to the treatment of N_2O emissions from the application of mineral fertilizer is used (see Chapter 11.1.2.2):

Es wird ein Stufe-1-Verfahren analog zur Beschreibung der N_2O-Emissionen aus der Mineraldünger-Anwendung eingesetzt (siehe Kapitel 11.1.2.2):

$$E_{N2O\text{-}N,\ dep} = [(E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{fert} + (E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{SAM} + (E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{SEP} + (E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{graz}] \cdot EF_{N2O\text{-}N,\ dep} \quad \textbf{(12.1)}$$

$E_{N2O\text{-}N,\ dep}$	indirect N_2O-N emissions resulting from the deposition of NH3-N and NO-N emitted from agricultural soils (see Chapter 12.1.1) (in Gg a^{-1})
$(E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{fert}$	NH_3-N and NO-N emissions from mineral fertilizer (in Gg a^{-1} N), see Chapter 11.1
$(E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{SAM}$	NH_3-N and NO-N emissions from spreading of animal manures (in Gg a^{-1}), see Chapter 11.2
$(E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{SEP}$	NH_3-N and NO-N emissions from spreading of digestates from energy plants (in Gg a^{-1}), see Chapter 11.3
$(E_{NH3\text{-}N} + E_{NO\text{-}N})_{graz}$	NH_3-N and NO-N emissions from grazing (in Gg a^{-1} N) , see Chapter 11.5
$EF_{N2O\text{-}N,\ dep}$	emission factor for indirect emissions from deposition (in kg kg^{-1} N), see below

The emission factor $EF_{N2O\text{-}N,\ dep}$ is given as 0.01 kg kg^{-1} N_2O-N (IPCC(2006)-11.24, Table 11.3).

In IPCC(2006)-11.11, Table 11.3, an uncertainty range of 0.002 kg kg^{-1} to 0.05 kg kg^{-1} is given for the N_2O-N emission factor. This interval is assumed to be the 95 % confidence interval. The difference between the upper limit of the confidence interval and the emission factor amounts to 400 % of the emission factor. The difference between the lower limit of the confidence interval and the emission factor is 80 % of the emission factor. According to IPCC(2006)-3.29 the higher percentage (400 %) has to be used to estimate derive the overall uncertainty (see Chapter 14.6). Due to the asymmetry a lognormal distribution is assumed.

Der Emissionsfaktor $EF_{N2O\text{-}N,\ dep}$ wird mit 0,01 kg kg^{-1} N_2O-N angesetzt (IPCC(2006)-11.24, Table 11.3).

In IPCC(2006)-11.11, Table 11.3, wird für den Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,002 kg kg^{-1} bis 0,05 kg kg^{-1} angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst. Dabei entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 400 % des Emissionsfaktors, das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und Emissionsfaktor 80 %. Nach IPCC(2006)-3.29 geht in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (siehe Kap. 14.6) der größere Prozentwert ein, d. h. 400 %. Aufgrund der Asymmetrie wird Lognormalverteilung angenommen.

12.2 Leaching and run off of nitrogen / Ausgewaschener und abgeflossener Stickstoff

Nitrogen inputs into soils are to some extent liable to run-off and leaching. The inputs into surface and ground waters give rise to indirect nitrous oxide emissions.

Stickstoff-Einträge in Böden gelangen teilweise durch Oberflächenabfluss in Oberflächengewässer und durch Auswaschung ins Grundwasser. Sie sind dort Quelle indirekter Lachgas-Emissionen.

12.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amount of leached N (m_{leach}) that leads to indirect N2O emissions is calculated by multiplying the total available amount of soil N (m_{soil}) with the leaching factor x_{leach}. According to IPCC (2006)-11.24, Table 11.3, x_{leach} = 0.3 kg kg^{-1}.

Die zur N_2O-Freisetzung führende ausgewaschene N-Menge m_{leach} wird ermittelt, indem die zur Verfügung stehende Stickstoffmenge m_{soil} mit dem Auswaschungsfaktor x_{leach} multipliziert wird. Dieser Faktor wird nach IPCC (2006)-11.24, Table 11.3, mit 0,3 kg kg^{-1} angesetzt.

$$m_{\text{leach}} = m_{\text{soil}} \cdot Frac_{\text{LEACH}} \qquad \textbf{(12.2)}$$

m_{leach}	amount of N leached (in Gg a^{-1} N)
m_{soil}	amount of N liable to leaching (in Gg a^{-1} N)
$Frac_{LEACH}$	fraction of N liable to leaching and run off (in kg kg^{-1} N)

The total available amount of soil N (m_{soil}) is the sum of N imported into the soils with fertilizers, animal manures (including digestates), grazing, mineral sewage sludges and crop residues.

Die Stickstoffmenge m_{soil} ist die Summe der Mengen an Stickstoff, die durch Mineraldünger, Wirtschaftsdünger (incl. Gärreste), Weidegang, Klärschlämme und Ernterückstände in den Boden gelangen.

$$m_{\text{soil}} = m_{\text{fert, s}} + m_{\text{man, s}} + m_{\text{graz, s}} + m_{\text{sl, s}} + m_{\text{cr, s}} \qquad \textbf{(12.3)}$$

m_{soil}	amount of N liable to leaching (in Gg a^{-1} N)
$m_{fert, s}$	amount of fertilizer N applied (in Gg a^{-1} N), see Chapter 11.1.1
$m_{man, s}$	amount of manure N available for spreading (in Gg a^{-1} N), see Chapter 11.2.1
$m_{graz, s}$	amount N excreted during grazing (in Gg a^{-1} N), see Chapter 11.5.1
$m_{sl, s}$	amount of N in sewage sludge applied (in Gg a^{-1} N), see Chapter 11.4.1
$m_{cr, s}$	amount of N available by decomposition of crop residues (minus straw N for bedding) (in Gg a^{-1} N), see Chapter 11.7.1.1

The uncertainty of the activity data is a combination of the uncertatinties of two input entities.

The uncertainty (i. e. the standard error) of the N iput data is assumed to be 30 %. A normal distribution seems to be appropriate.

For the leaching factor x_{leach} IPCC(2006)-11.24, Tabel 11.3 give an uncertainty range of 0.1 kg kg^{-1} to 0.8 kg kg^{-1}. This interval is assumed to be the 95 % confidence interval. The difference between the upper limit of the confidence interval and the emission factor amounts to 167 % of the emission factor. The difference between the lower limit of the confidence interval and the emission factor is 67 % of the emission factor. According to IPCC(2006)-3.29 the higher percentage (167 %) has to be used to estimate derive the overall uncertainty (see Chapter 14.6).

This leads, according to the calculation rules given in Chapter 14.2, to an overall uncertainty of the activity data of 170 %. Due to the asymmetry a lognormal distribution is assumed.

Die Unsicherheit der Aktivitätsdaten ergibt sich aus der Kombination der Unsicherheiten zweier Einflussgrößen.

Die Unsicherheit (d. h. der Standardfehler) der N-Einträge wird dabei mit 30 % bei Normalverteilung angenommen.

Für den Faktor x_{leach} wird in IPCC(2006)-11.24, Table 11.3 ein Unsicherheitsbereich von 0,1 bis 0,8 kg kg^{-1} angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst. Dabei entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 167 % des Emissionsfaktors, das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und Emissionsfaktor 67 %. Nach IPCC(2006)-3.29 geht in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (siehe Kap. 14.6) der größere Prozentwert ein, also 167 %.

Daraus ergibt sich nach der in Kapitel 14.2 beschriebenen Berechnungsmethode eine Gesamtunsicherheit der Aktivitätsdaten von 170 %. Aufgrund der Asymmetrie wird Lognormalverteilung angenommen..

12.2.2 Calculation of emissions / Emissionsberechnung

The N_2O emissions are calculated using a Tier-1 methodology according to IPCC(2006)-11.21, Equation 11.10:

Die N_2O-Emissionen werden nach IPCC(2006)-11.21, Gleichung 11.10, mit einem Stufe-1-Verfahren berechnet:

$$E_{N_2O\text{-N, leach}} = m_{leach} \cdot EF_{N2O\text{-N, leach}} \quad \textbf{(12.4)}$$

$E_{N2O\text{-N, leach}}$ N_2O-N emissions due to leaching and run off (in Gg a^{-1} N_2O)
m_{leach} amount of N leached (in Gg a^{-1} N), see Chapter 12.2.1
$EF_{N2O\text{-N, leach}}$ emission factor for N from leaching and run off (in kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$)

The N_2O-N emission factor is 0.0075 kg kg^{-1} N_2O-N, see IPCC (2006)-11.24, Table 11.3.

In IPCC(2006)-11.24, Table 11.3, an uncertainty range of 2 kg ha^{-1} a^{-1} to 24 kg ha^{-1} a^{-1} is given for the N_2O-N emission factor. The latter is assumed to be the 95 % confidence interval. The difference between the upper limit of the confidence interval and the emission factor amounts to (rounded) 230 % of the emission factor. The difference between the lower limit of the confidence interval and the emission factor is (rounded) 90 % of the emission factor. According to IPCC(2006)-3.29 the higher percentage (230 %) has to be used to estimate derive the overall uncertainty (see Chapter 14.6). Due to the asymmetry a lognormal distribution is assumed.

Der N_2O-N-Emissionsfaktor ist 0,0075 kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$, siehe IPCC (2006)-11.24, Table 11.3.

In IPCC(2006)-11.24, Table 11.3, wird für den Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,0005 kg kg^{-1} bis 0,025 kg kg^{-1} angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst. Dabei entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor rund 230 % des Emissionsfaktors, das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und Emissionsfaktor rund 90 %. Nach IPCC(2006)-3.29geht in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (siehe Kap. 14.6) der größere Prozentwert ein, also 230 %. Aufgrund der Asymmetrie wird Lognormalverteilung angenommen.

12.3 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 12.2: Indirect N_2O emissions from agricultural soils, related tables provided with the data CD

			from	to
Emissions	Emissionen	N_2O, indirect, deposition	EM1001.15	EM1001.17
		N_2O, indirect, leaching	EM1001.12	EM1001.14
Activity data	Aktivitäten	N deposited	AC1001.19	AC1001.21
		N input liable to leaching	AC1001.16	AC1001.18
Emission factors	Emissionsfaktoren	N_2O, indirect, deposition	IEF1001.13	
		N_2O, indirect, leaching	IEF1001.12	

13 Fractions / Verhältniszahlen

The fractions described in the following have to be reported within the framework of IPCC (2006) emission reporting (CRF Table 3.D).

Die nachstehend beschriebenen Verhältniszahlen sind in der Treibhausgas-Emissionsberichterstattung nach IPCC (2006) zu berichten (CRF-Tabelle 3.D).

13.1 $Frac_{GASM}$

The entity $Frac_{GASM}$ is not used in the inventory. Once the emission calculations are terminated $Frac_{GASM}$ is determined, for purposes of reporting, from input and output data. According to IPCC (2006)-11.21, Equation 11.9, $Frac_{GASM}$ denotes the fraction of the N quantity applied via manure (incl. manure digestion residues), residues from digestion of energy crops, sewage sludge and grazing that is emitted as NH_3-N and NO-N. (The $Frac_{GASM}$ definition in CRF 3.D is not the same as this definition and is thus ignored in German reporting.)

Die Größe $Frac_{GASM}$ wird im Inventar nicht verwendet, sondern für die Berichterstattung aus Ein- und Ausgabedaten der abgeschlossenen Emissionsberechnung ermittelt. $Frac_{GASM}$ ist nach IPCC (2006)-11.21, Gleichung 11.9, der Anteil der mit Wirtschaftsdünger, Wirtschaftsdünger-Gärresten, Energiepflanzen-Gärresten und Klärschlämmen ausgebrachten N-Menge, der als NH_3-N und NO-N emittiert wird. (Die $Frac_{GASM}$-Definition in CRF 3.D entspricht nicht dieser Definition und wird daher in der deutschen Berichterstattung ignoriert.)

13.2 $Frac_{GASF}$

The entity $Frac_{GASF}$ is not used in the inventory. Once the emission calculations are terminated $Frac_{GASF}$ is determined, for purposes of reporting, from input and output data. According to IPCC (2006)-11.21, Equation 11.9, $Frac_{GASF}$ denotes the fraction of the N quantity applied via synthetic fertilizers that is emitted as NH_3-N and NO-N.

Die Größe $Frac_{GASF}$ wird im Inventar nicht verwendet, sondern für die Berichterstattung aus Ein- und Ausgabedaten der abgeschlossenen Emissionsberechnung ermittelt. $Frac_{GASF}$ ist nach IPCC (2006)-11.21, Gleichung 11.9, der Anteil der mit Mineraldüngern ausgebrachten N-Menge an, der als NH_3-N und NO-N emittiert wird.

13.3 $Frac_{LEACH}$

In the German inventory, $Frac_{LEACH}$ is an input value. It shows the relative fraction of N inputs into the soil that is lost via leaching and surface runoff ($Frac_{LEACH} = m_{leach}/m_{soil}$; for m_{soil} and m_{leach} see Chapter 12.2.1). The German inventory uses the IPCC default value $Frac_{LEACH}$ = 0.30 kg kg^{-1} (IPCC (2006)-11.24, Table 11.3).

$Frac_{LEACH}$ ist im deutschen Inventar eine Eingabegröße. Sie gibt den relativen Anteil des N-Eintrags in Böden an, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren geht ($Frac_{LEACH} = m_{leach}/m_{soil}$; zu m_{soil} und m_{leach} siehe Kapitel 12.2.1). Es wird der IPCC-Defaultwert $Frac_{LEACH}$ = 0,30 kg kg^{-1} (IPCC (2006)-11.24, Tabelle 11.3) verwendet.

13.4 Intercomparison of *Frac* entities with those of neighbouring countries / Vergleich von *Frac*-Größen mit denen benachbarter Staaten

For purposes of verification, Table 13.1 presents the German values of $Frac_{GASF}$ and $Frac_{GASM}$ in a comparison with the corresponding data of countries that either are neighbouring countries or have agricultural practices comparable to those prevailing in Germany.

At the time the report at hand was being prepared, the results of other countries' 2015 emission reporting were not yet known. Consequently, while the German data have been taken from the current 2015 report, the other-countries data used for this purpose have been taken from their 2014 reports.

Zum Zweck der Verifizierung stellt Table 13.1 die für Deutschland ermittelten Frac-Größen $Frac_{GASF}$ und $Frac_{GASM}$ den entsprechenden Daten solcher Staaten gegenüber, die benachbart sind oder deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts die Ergebnisse der Emissionsberichterstattung 2015 der anderen Länder noch nicht bekannt waren, wurde hierfür auf die entsprechenden Daten der Berichterstattung 2014 zurückgegriffen, während die deutschen Daten der aktuellen Berichterstattung 2015 entstammen.

The scattering seen in the $Frac_{GASF}$ data can be attributed to the variation, among the neighbouring countries, seen in the relative shares of different fertiliser

Die Streuung bei $Frac_{GASF}$ wird auf die zwischen den Nachbarländern variierenden relativen Anteile verschiedener Düngerarten (mit ihren unterschiedlichen

types (with their different NH_3 emission factors). The values thus hardly lend themselves to comparison. The German value, 0.08 kg kg^{-1}, is smaller than the IPCC (2006) default value of 0.10 kg kg^{-1}. With the exception of the Netherlands, whose value of 0.07 kg kg^{-1} is nearly the same as the German value, those countries that do not use the IPCC default value show considerably lower $Frac_{GASF}$ values (0.03 to 0.04 kg kg^{-1}).

A considerable range is also seen in the $Frac_{GASM}$ values. It ranges from the values calculated by Germany and the Netherlands, 0.17 kg kg^{-1}, to the much higher Swiss value of 0.40 kg kg^{-1}. The mean value for the other countries (i.e. not including Switzerland) is 0.20 kg kg^{-1}. That value is the same as the IPCC (2006) default value, that is used directly by the Czech Republic, France, Poland and the UK.

With regard to $Frac_{LEACH}$, it is worthy of note that most neighbouring countries use the IPCC default value. Use of other $Frac_{LEACH}$ values cannot be understood without additional information.

NH_3-Emissionsfaktoren) zurück geführt. Die Werte sind daher nur schwer vergleichbar. Der deutsche Wert liegt mit 0,08 kg kg^{-1} unter dem IPCC (2006)-Defaultwert von 0,10 kg kg^{-1}. Mit Ausnahme der Niederlande, die mit 0,07 kg kg^{-1} fast auf dem gleichen Niveau liegen wie Deutschland, berechnen die Länder, die nicht den IPCC-Defaultwert verwenden, deutlich niedrigere $Frac_{GASF}$-Werte (0,03 bis 0,04 kg kg^{-1}).

Auch bei $Frac_{GASM}$ ist eine erhebliche Bandbreite festzustellen. Sie reicht von den berechneten Werten Deutschlands und der Niederlande mit 0,17 kg kg^{-1} bis hoch zum Schweizer Wert von 0,40 kg kg^{-1}. Sieht man von diesem hohen Schweizer Wert ab, liegt der Mittelwert der übrigen Staaten bei 0,20 kg kg^{-1}, dem IPCC (2006)-Defaultwert, der von Tschechien, Frankreich, Polen und dem Vereinigten Königreich verwendet wird.

Bei $Frac_{LEACH}$ ist festzustellen, dass die Mehrheit der Nachbarländer den IPCC-Defaultwert verwendet. Die Verwendung anderer $Frac_{LEACH}$-Werte lässt sich ohne weitere Informationen nicht nachvollziehen.

Table 13.1: Fractions $Frac_x$, intercomparison with data reported by other countries

(kg kg-1)	$Frac_{GASF}$	$Frac_{GASM}$	$Frac_{LEACH}$
Austria	0.04	0.27	0.30
Belgium	0.04	0.21	0.13
Czech Republic	0.10	0.20	0.30
Denmark	0.03	0.19	0.33
France	0.10	0.20	0.30
Germany	**0.08**	**0.17**	**0.30**
Netherlands	0.07	0.17	0.12
Poland	0.10	0.20	0.30
Switzerland	0.04	0.40	0.20
United Kingdom	0.10	0.20	0.30
IPCC(1996)-3-4.94, 4.101, 4.106	0.10	0.20	0.30
IPCC(2006)-11.13, 11.14, 11.24	0.10	0.20	0.30
Source: Germany: Submission 2015; other countries: UNFCCC, 2014			

13.5 Reference to information provided with the data CD / Hinweis auf die auf der Daten-CD zusammengestellten Informationen

Table 13.2: Fractions $Frac_x$, related tables provided with the data CD

$Frac_{GASF}$	AI1001.01
$Frac_{GASM}$	AI1001.02

14 Overall emission inventory uncertainty / Emissionsinventar-Gesamtunsicherheit

14.1 Overview / Überblick

In parallel to the establishment of the inventory, the total uncertainties of the German agricultural GHG emission inventory and of the German agricultural Ammonia emission inventory were calculated according to IPCC (2006a) and EMEP (2013), respectively.

These uncertainties are a measure for the accuracy (precision) of the inventory results, but not for the correctness, as is discussed in IPCC (2006a). (Correctness is a question of systematic errors (e. g. in the derivation of modelling parameters) that cannot be judged by analysis of uncertainties arising from random errors in activity data and emission factors.)

The assessment of the overall uncertainty of the emissions is achieved by combining the uncertainties (amount and type of distribution) of the respective implied emission factors (IEF) and activity data (animal numbers, areas). The measure of uncertainty is described in Chapter 14.2.

The quantification of the overall uncertainty of the national GHG and ammonia inventories is difficult and complex due to the multitude of emission generating processes. In addition, the number of input parameters is vast; as a rule they do not exhibit normal distributions and they do not always satisfy the criterion of being independent from each other.

The only method to correctly solve the problem is the Monte Carlo methodology as described in IPCC (2006a) as Approach 2. Monte Carlo calculations are very time intensive and costly. Therefore, IPCC (2006a) also provides a simpler estimate (Approach 1) that is based on Gaussian error propagation calculations. By convention, this simpler approach allows the use of the Gaussian error calculation irrespective of the fact that in some cases the input data are not independent and that normal distribution often is not existent.

As in the report at hand the simpler methodology to assess the uncertainty is used to estimate the overall uncertainty of the national GHG and NH_3 inventories (the EMEP (2013) methodology is nearly identical to Approach 1 of IPCC (2006a)), the rules of the Gaussian error propagation calculation are described in Chapter 14.2 along with a description of the calculation of the 95 % confidence interval.

Chapters 14.3 bis 14.5 discuss the uncertainties of all relevant implied emission factors.

The resulting overall uncertainties (amounts and trends of GHG and NH_3) are provided in Chapters 14.6 and 14.7.

Parallel zu den Emissionberechnungen erfolgte die Berechnung der Gesamtunsicherheiten des deutschen landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars und des deutschen landwirtschaftlichen Ammoniak-Inventars nach IPCC (2006a) bzw. EMEP (2013).

Diese Unsicherheiten sind ein Maß für die Genauigkeit (Präzision) der Inventarergebnisse, nicht aber für die Korrektheit, siehe IPCC (2006a)-3.8. (Korrektheit ist eine Frage von systematischen Fehlern, z. B. in der Ableitung von Modellparametern, und kann nicht anhand von Unsicherheiten beurteilt werden, die aus zufälligen Fehlern in Eingangsdaten und Emissionsfaktoren folgen.)

Zur Beurteilung der Unsicherheit der nationalen Gesamtemission einer Spezies werden – neben der Unsicherheit der Aktivität (Tierzahl, Fläche) - die Unsicherheiten (Betrag und Verteilungstyp) von aggregierten Emissionsfaktoren (IEF) benötigt. Zur Wahl des Unsicherheitsmaßes siehe Kapitel 14.2.

Die Ermittlung der Gesamtunsicherheit von nationalem THG-Inventar und nationalem NH_3-Inventar ist wegen der Vielzahl und Komplexität der emissionserzeugenden Prozesse sowie der großen Anzahl der eingehenden, i. d. R. nicht-normalverteilten und auch nicht immer voneinander unabhängigen Größen und deren Unsicherheiten eine komplexe Aufgabe.

Die einzige Methode zur korrekten Bewältigung dieser Aufgabe stellt die Monte-Carlo-Methode dar, die in IPCC (2006a) als Approach 2 angegeben ist. Monte-Carlo-Berechnungen sind sehr aufwändig, weshalb IPCC (2006a) auch eine einfache Schätzmethode (Approach 1) angibt, die auf den Regeln der Gaußschen Fehlerrechnung beruht. Dieses vereinfachte Verfahren lässt per Konvention außer Betracht, dass die Gaußsche Fehlerrechnung voneinander unabhängige und normalverteilte Größen voraussetzt.

Da das vereinfachte Verfahren im vorliegenden Bericht zur Schätzung der Gesamtunsicherheit von nationalem THG-Inventar und nationalem NH_3-Inventar eingesetzt wird (die EMEP (2013)-Methodik entspricht weitgehend dem Approach 1 von IPCC (2006a)), werden in Kapitel 14.2 die Rechenregeln der Gaußschen Fehlerrechnung beschrieben und um die Beschreibung der Berechnung des 95 %-Konfidenzintervalls ergänzt.

Die Kapitel 14.3 bis 14.5 gehen auf die Unsicherheiten aller relevanten aggregierten Emissionsfaktoren ein.

Die resultierenden Gesamtunsicherheiten des Inventars (Höhe der Emissionen und Trend bei THG und NH_3) finden sich in in Kapitel 14.6 und 14.7)

14.2 Gaussian error propagation and 95 % confidence interval / Gaußsche Fehlerfortpflanzung und 95 %-Konfidenzintervall

The standard error s(y) of a quantity y which is calculated from a number of quantities x_i (i = 1, 2, …, n), is derived from the standard errors of the input data s(x_i) using the Gaussian error propagation procedure:

Der Standardfehler s**(*y*)** einer Größe y, die sich aus mehreren Größen x_i (i = 1, 2, …, n) berechnet, ergibt sich nach dem Gaußsche Fehlerfortpflanzungsgesetz aus den Standardfehlern s(x_i) der eingehenden Größen:

$$s(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \cdot s(x_i) \right)^2} \qquad \textbf{(14.1)}$$

The relative standard error $r(y)$ is defined by

Für den relativen Standardfehler $r(y)$ gilt:

$$r(y) = \frac{s(y)}{y} \qquad \textbf{(14.2)}$$

If y is a sum of n quantities xi (I = 1, 2, …, n), Equations (14.1) und (14.2) lead to the following calculation procedure for the combined relative standard error :

Wenn y eine Summe von n Größen xi (i = 1, 2, …, n) ist, führen Gleichung (14.1) und (14.2) zur folgenden Regel für den kombinierten relativen Standardfehler:

$$r(y) = \frac{\sqrt{[r(x_1) \cdot x_1]^2 + [r(x_2) \cdot x_2]^2 + \ldots + [r(x_2) \cdot x_2]^2}}{|x_1 + x_2 + \ldots + x_n|} \qquad \textbf{(14.3)}$$

This method can be generalized, so that negative quantities x_i can also be dealt with. In this case the term underneath the radical sign remains unchanged, whereas in the denominator the respective sign of x_i becomes negative.

Diese Regel lässt sich verallgemeinern, so das auch negative x_i berücksichtigt werden können. Dazu bleibt der Ausdruck unter der Wurzel unverändert, während im Nenner an entsprechender Stelle das negative Vorzeichen von x_i einzusetzen ist.

If y is a product of n quantities x_i (I = 1, 2, …, n), Equations (14.1) und (14.2) lead to the following calculation procedure for the combined relative standard error :

Wenn y ein Produkt aus n Größen x_i (i = 1, 2, …, n) ist, führen die Gleichungen (14.1) und (14.2) zur folgenden Regel für den kombinierten relativen Standardfehler:

$$r(y) = \sqrt{[r(x_1)]^2 + [r(x_2)]^2 + \ldots + [r(x_n)]^2} \qquad \textbf{(14.4)}$$

This procedure is valid without change if one or more x_i are divisors.

Diese Regel gilt ohne Veränderung auch für den Fall, dass ein oder mehrere x_i als Divisoren auftreten.

When the function y becomes a function $y' = c \cdot y$ by multiplying with a constant factor c, the standard error calculated using Equation (14.1) becomes $s(y') = c \cdot s(y)$. Hence, it can be derived from Equation (14.2) that the relative standard error of y' equals that of y: $r(y') = r(y)$.

Wird Funktion y durch Multiplikation mit einer Konstanten c zu $y' = c \cdot y$, so ergibt sich aus Gleichung (14.1) der Standardfehler mit $s(y') = c \cdot s(y)$. Damit folgt schließlich aus Gleichung (14.2), dass der relative Standardfehler von y' gleich demjenigen von y ist: $r(y') = r(y)$.

Any calculation combining the basic arithmetical operations can be dealt with by combining step by step the error propagation methods described above. However, this leads only to an approximation to the correct value that would be obtained from a strict application of Equation (14.1).

Soll für eine Berechnung, in der die vier Grundrechenarten kombiniert sind, eine Fehlerfortpflanzungsrechnung durchgeführt werden, ist eine schrittweise Kombination der oben angeführten Regeln möglich. Das Ergebnis ist allerdings nur eine Näherung des korrekten Ergebnisses von Gleichung (14.1).

Instead of the standard error $s(y)$, IPCC (2006a) und EMEP (2013) require half the 95 % confidence interval to be reported as uncertainty, expressed as percentage of the mean value. In the following this entity is denoted *U(y).*

Nach IPCC (2006a) und EMEP (2013) ist nicht der relative Standardfehler $s(y)$ als Unsicherheit zu berichten, sondern das halbe 95 %-Konfidenzintervalls, dividiert durch den Mittelwert und als Prozentzahl ausgedrückt. Diese Größe wird mit dem Symbol *U(y)* bezeichnet.

For a normal distribution half the 95 % confidence interval is about twice the value of the standard error. Using this approximation and Equations (14.1) and (14.2) one obtains:

Bei einer Normalverteilung entspricht das halbe 95 %-Konfidenzintervall näherungsweise dem Zweifachen des Standardfehlers. Daraus folgt durch Anwendung der Gleichungen (14.1) und (14.2) unmittelbar:

$$U(y) = 100 \cdot 2 \cdot r(y) \qquad \textbf{(14.5)}$$

As the factors (100 and 2) are constant, the calculation rules derived for *r(y)* (see Equations (14.3) and (14.4)) apply to *U(y)* as well, see IPCC (2006a)-3.28 and EMEP (2013), Part A, Equations (2) and (3).

Da die Faktoren (100 und 2) konstant sind, sind die für *r(y)* abgeleiteten Rechenregeln (14.3) und (14.4) direkt auch für *U(y)* anwendbar, siehe IPCC (2006a)-3.28 und EMEP (2013), Part A, Gleichungen (2) und (3).

The approximative method „Approach 1“ given by IPCC (2006) for the estimation of the total uncertainty of the GHG inventory applies the Gaussian error propgation method also to entities that are not normally distributed. Such entities can be emission factors, the 95 % confidence interval of which is often defined by [M/X_1, $M*X_2$] where M is the mean emission factor and X_1 und X_2 are given factors > 1 (often with $X_2 = X_1$). Hence, the error distribution is asymmetric with two different “halves” of the 95 % confidence interval: U_{low} below the mean value and U_{high} above the mean value. The U_{low} and U_{high} are given by (in perecent of the mean value):

Der IPCC-Näherungsansatz „Approach 1“ zur Abschätzung der Gesamtunsicherheit des THG-Emissionsinventars wendet die Gaußsche Fehlerrechnung auch auf nicht normalverteilte Größen an. Dies betrifft z. B. Emissionsfaktoren, deren 95 %-Konfidenzintervall oftmals durch [M/X_1, $M*X_2$] charakterisiert wird, wobei M der Mittelwert des Emissionsfaktors ist und X_1 und X_2 feste Faktoren > 1 sind (wobei oftmals $X_2 = X_1$). Es handelt sich dann also um eine asymmetrische Verteilung mit zwei unterschiedlichen „Hälften“ des 95 %-Konfidenzintervalls: U_{low} unterhalb und U_{high} oberhalb des Mittelwertes M, beide Größe in Prozent des Mittelwertes:

$$U_{low} = 100 \cdot \left(1 - \frac{1}{X_1}\right) \qquad \textbf{(14.6)}$$

$$U_{high} = 100 \cdot (X_2 - 1) \qquad \textbf{(14.7)}$$

The application of the calculation rules (14.3) and (14.4) to combine partial uncertainties can lead to large uncertainties. If this is the case, it can be assumed the the error distribution is not normal. For this specific case, IPCC (2006a), Chapter 3.7.3, provides a correction method for the resulting uncertainty and a specific method for the estimation of U_{low} and U_{high}. The latter leads to an increase of the U values calculated without the method. It applies, however only to U values lower then 230 %. However, the inventory at hand has U values up to 400 %, so that the forementioned correction method could not be applied. Hence, in order to avoid inconsistencies, the German inventory did not use any coprrections of the U values.

Entstehen durch die Anwendung der Rechenregeln (14.3) und (14.4) große Unsicherheiten aus der Kombination von Teil-Unsicherheiten, ist davon auszugehen, dass es sich nicht um eine Normalverteilung des Fehlers handelt. Für diesen Fall bietet IPCC (2006a), Kapitel 3.7.3, ein Korrekturverfahren für die resultierende Unsicherheit sowie ein besonderes Schätzverfahren zu Berechnung von U_{low} und U_{high} an. Dieses Korrekturverfahren führt zu einer Vergrößerung der U-Werte, kann aber nur für U-Werte kleiner als 230 % angewendet werden. Da im vorliegenden Inventar aber auch U-Werte größer als 400 % vorkommen, für die dann keine Korrektur möglich wäre, wurde zur Vermeidung von Inkonsistenzen generell auf eine U-Korrektur verzichtet.

IPCC (2006a)-3.29 requires for asymmetric error distributions that, when using the Approach 1 method, the larger of the two intervals U_{low} and U_{high} be used (see specifications in IPCC (2006a) to fill the columns E and F in IPCC Table 3.2).

Für asymmetrische Fehler-Verteilungen schreibt IPCC (2006a)-3.29 vor (siehe dortige Vorschrift zum Füllen der Spalten E und F in IPCC-Tabelle 3.2), dass bei Anwendung der Approach-1-Methode von den beiden Intervallen U_{low} und U_{high} das größere zu verwenden ist.

14.3 IEF uncertainty for methane / IEF-Unsicherheit für Methan

14.3.1 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of methane emissions from enteeric fermentation see also Chapter 3.3.2. The assessment of the respective uncertainty using the Gaussian erroro propagation calculation remains problematic as not all input data can be characterized by adequate uncertainties. Hence, the uncertainty of the emission factor is fixed to 20 % in accordance with IPCC(2006)-10.33 (30 % for sheep and goats).

Die Berechnung von Methanemissionen aus der Verdauung erfolgt nach Kapitel 3.3.2. Die Ermittlung der Unsicherheit des Emissionsfaktors ist mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzungsrechnung problematisch, da nicht für alle eingehenden Größen Unsicherheiten bekannt sind. Daher wird entsprechend der Diskussion in IPCC(2006)-10.33 eine Unsicherheit des Emissionsfaktors von 20 % angesetzt (30 % für Schafe und Ziegen).

14.3.2 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The calculation of methane emissions from manure management follows IPCC(2006)-10.37, see also Chapter 3.3.4.1 Again, many of the input data cannot be characterized by their uncertainties. Hence, a Gaussian error propagation cannot be applied. Instead, the uncertainty of 20 % as reommended by IPCC(2006)-10.48 is used.

Zur Berechnung von Methanemissionen aus der Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 3.3.4.1. Nicht für alle eingehenden Größen sind Unsicherheiten bekannt, so dass die Gaußschen Fehlerfortpflanzungsrechnung nicht angewendet werden kann. Es wird stattdessen nach IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 20 % angesetzt.

14.4 IEF uncertainties for N_2O, NO and N_2 / IEF-Unsicherheiten für N_2O, NO und N_2

14.4.1 IEF uncertainty for N_2O from manure management / IEF-Unsicherheit für N_2O aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The calculation of the relative uncertainties of IEF for N_2O emissions from manure management makes use of a Gaussian error propagation calculation on the national scale. The methodology described below is applicable to each animal category.

The N_2O emission factors used in the inventory are related to the mount of N excreted. Hence, the implied emission factor (IEF) which is related to the animal place is given by:

Die Berechnung der relativen Unsicherheit des IEF für N_2O-Emission aus dem Wirtschaftsdünger-Management beruht auf der Anwendung des Gaußschen Fehlerfortpflanzungsgesetzes auf nationaler Ebene. Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise ist für jede Tierkategorie anwendbar.

Die im Inventar verwendeten N_2O-Emissionsfaktoren beziehen sich auf die ausgeschiedene N-Menge. Daher gilt für den auf den Tierplatz bezogenen aggregierten Emissionsfaktor (IEF):

$$IEF_{N2O-N,\ MM} = N_{housing} \cdot EF_{N2O-N,\ MM} \qquad \textbf{(14.8)}$$

$IEF_{N2O-N,\ MM}$ implied N_2O-N emission factor for manure management (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$N_{housing}$ N excreted in the house (in kg pl^{-1} a^{-1} N)
$EF_{N2O-N,\ MM}$ partial N_2O-N emission factor for manure management, related to N (in kg kg^{-1} N)

Then, according to Chapter 14.2, the relative uncertainty of the IEF is given by:

Nach Kapitel 14.2 gilt dann für die relative Unsicherheit des IEF:

$$u(IEF_{N2O-N,\ MM}) = \sqrt{u^2(N_{housing}) + u^2(EF_{N2O-N,\ MM})} \qquad \textbf{(14.9)}$$

$u(IEF_{N2O-N,\ MM})$ relative uncertainty of the implied N_2O-N emission factor for manure management (in kg kg^{-1})
$u(N_{housing})$ relative uncertainty of the amount of N excreted in the house (in kg kg^{-1})
$u(EF_{N2O-N,\ MM})$ relative uncertainty of the partial N_2O-N emission factor for manure management (in kg kg^{-1} N)

IPCC (2006), Table 10.21, describes the uncertainty range of the emission factors of direct N_2O from all management systems with non-zero emission factors with a factor of 2, i. e. from -50 % to +100 %. These are the boundaries of the 95 % confidence interval. According to the convention for Approach 1, the larger of the

IPCC (2006), Tabelle 10.21, gibt für die von Null verschiedenen Emissionsfaktoren für direktes N_2O aus allen Managementsystemen einen Unsicherheitsfaktor von 2 an, der einer Unsicherheit von -50 % / + 100 % entspricht. Diese Werte begrenzen das 95 %-Konfidenzintervall. Gemäß der Konvention für das Approach-1-

two percentages is to be applied in the calculation of the overall uncertainty of the GHG inventory (see Kapitel 14.2), i.e. +100 %.

The methodologies for the calculations of N excretions have continuously been improved during the past years. The results have been checked to meet with Nexcretions reported in the literature. Hence, it is assumed that the uncertainty of calculated N be adequately characterized by 5 % (half the 95 % confidence interval, the standard error being ca. 2.5 %). It is assumed that N excretions directly adopted from literature (only for a small number of animal categories) do not have higher uncertainties.

This leads to a relative uncertainty (derived as standard error) of little more than 50 %. In comparison to the uncertainty of the emission factor, the uncertainties of the N excretion rates seem to be negligible. Correspondingly, the confidence interval of the IEF is assumed to be equivalent to that of to the partial emission factor, i.e. -50 % and +100 %. As mentioned above, the Approach 1 estimate of the overall uncertainty of the GHG inventory uses the higher percentage only, i.e. 100 %. A lognormal distribution is assumed.

However, the definition described above has to be modified for mammals, as from Submission 2013 onwards a national partial emission factor for solid manure systems is used (VANDRÉ et al, 2012). For this new emission factor the boundaries of the 95 % confidence interval are -66 % and +291 %, with a lognormal distribution. Again, the larger percentage is to be used in the uncertainty assessment of the GHG This rounds up to 300 %. Based on the rounding effect it can be assumed that the uncertainty of the N excretion rates can be considered included. By analogy, the lower boundary is rounded to 70 %. It is used by Umweltbundesamt for a Monte Carlo calculation (Approach 2, see IPCC (2006a), Chapter 3.2.3).

The approach of the Tier 1 methodolgy to calculate the overall uncertainty of the GHG inventory requires the knowledge of the total uncertainty of the mean IEF describing slurry and solid manure systems. Here, the calculation with the Gaussian error propagation method would be very complex. The potential advantage of this work would not justify the time required; it would be out of all proportion to the simplicity of the Tier 1 methodology applied. Therefore the estimate of the overall uncertainty of the GHG inventory makes use of the fact that for those animal categories with predominating slurry-based systems (dairy cows, other cattle and pigs) the upper boundary of the 95 % confidence intervall is fixed to 100 %, whereas 300 % are assumed for sheep, goats and horses.

Verfahren zur Berechnung der Gesamtunsicherheit des THG-Inventars (siehe Kapitel 14.2) ist das größere der beiden Intervalle zu verwenden, also +100 %.

Für die im Inventar berechneten N-Ausscheidungen wird aufgrund der in den letzten Jahren immer weiterentwickelten und mit Ausscheidungsdaten aus der Literatur abgestimmten Methodik eine Unsicherheit (halbes 95 %-Konfidenzintervall) von 5 % für angemessen erachtet. Dies entspricht einem Standardfehler von ca. 2,5 %. Es wird davon ausgegangen, dass die nur für wenige Tierkategorien aus der Literatur direkt entnommenen N-Ausscheidungswerte keine höhere Unsicherheit auweisen.

Damit ergibt sich eine relative Unsicherheit des IEF (als Standardfehler) von knapp über 50 %. Der Einfluss der Unsicherheit der N-Ausscheidung ist also praktisch vernachlässigbar im Vergleich zur Unsicherheit des Emissionsfaktors. Dementsprechend wird das Konfidenzintervall des IEF demjenigen für den partiellen Emissionsfaktor gesetzt: -50 % / + 100 %. In die Abschätzung der Gesamtunsicherheit des THG-Inventars geht wie oben erwähnt nur der höhere Prozentbetrag (100 %) ein. Hinsichtlich der Verteilung ist von einer lognormalen Verteilung auszugehen.

Die vorstehende Festlegung muss allerdings für Säugetiere modifiziert werden, da für diese seit Submission 2013 ein nationaler partieller Emissionsfaktor für Festmistsysteme verwendet wird (VANDRÉ et al., 2012). Für diesen liegen die Grenzen des 95 %-Konfidenzintervalles bei -66 % / +291 % (Lognormal-Verteilung). Auch hier geht der höhere Prozentbetrag in die Unsicherheitsberechnung für das THG-Inventar ein und wird dazu auf 300 % gerundet. Aufgrund des Rundungseffektes kann die Unsicherheit der N-Auscheidung als enthalten gelten. Analog wird die untere Grenze, die vom Umweltbundesamt für eine Unsicherheitsberechnung mithilfe der Monte-Carlo-Methode (Approach 2, siehe IPCC (2006a), Kapitel 3.2.3) benötigt wird, auf -70 % gerundet.

Das Schema der Tier-1-Methode zur Berechnung Gesamtunsicherheit des THG-Inventars verlangt die Vorgabe der Unsicherheit für den über gülle- und festmistbasierte Systeme gemittelten IEF. Die Berechnung mit Hilfe der Gaußschen Fehlerrechnung wäre sehr komplex und der dafür erforderliche Aufwand stünde in keinem Verhältnis zur sonstigen Einfachheit des Tier-1-Verfahrens. Daher wird in der Schätzung der Gesamtunsicherheit des THG-Inventars vereinfachend für alle durch Flüssigmist dominierten Tierkategorien (Milchkühe, andere Rinder und Schweine) die obere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles auf 100 % gesetzt, während für Schafe, Ziegen und Pferde der Wert 300 % gewählt wird.

14.4.2 IEF uncertainty for NO and N_2 from manure management / IEF-Unsicherheit für NO und N_2 aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The ZSE data base of Umweltbundesamt requires uncertainties for NO and N_2 emission factors. No default values are available. However, as the NO and N_2 emissions are calculated proportional to the N_2O emissions,

Angaben zur Unsicherheit des IEF für NO und N_2 werden für die ZSE-Datenbank des Umweltbundesamtes benötigt. Allerdings sind keine Defaultangaben verfügbar. Da die Emissionen von NO und N_2 im deutschen

the uncertainties of the N_2O emission factors as described in Chapter 14.4.1 are applied to these gases. This also applies to the distribution.

Inventar proportional zu den Emissionen von N_2O berechnet werden, werden die in Kapitel 14.4.1 beschriebenen N_2O-Unsicherheiten sowie die Verteilungsform übernommen.

14.4.3 IEF uncertainty for N_2O from agricultural soils / IEF-Unsicherheit für N_2O aus landwirtschaftlichen Böden

Direct N_2O emissions are reported for the following sources:

- application of mineral fertilizer,
- application of anmial manures,
- application of sewage sludge.
- application of digestates of energy plants,
- animal grazing,
- crop residues,
- cultivation of histosols.

For the sectors to be reported, standard emission factors accoding to IPCC(2006)-11.11 are used. Uncertainties for these emission factors are also provided in this document. However, the uncertainties are not symmetric with respect to the mean. A lognormal distribution is assumed. In this case, IPCC(2006a)-3.29 proposes to use the higher percentage between mean and the limits of confidence. The resulting uncrtainties are given in Table 14.2.

Indirect emisions originate from the deposition of reactive nitrogen as well as from run-off and leaching of N.

For the uncertainties listed in Table 14.2 see Chapters 12.1.2 and 12.2.2.

Für die folgenden Quellen werden direkte N_2O-Emissionen berichtet:

- Ausbringung von Mineraldünger,
- Ausbringung von Wirtschaftsdünger,
- Ausbringung von Klärschlamm,
- Ausbringung von Energiepflanzen-Gärresten,
- Weidegang,
- Ernterückstände,
- Bewirtschaftung organischer Böden.

Für die zu berichtenden Bereiche werden Standard-Emissionsfaktoren nach IPCC(2006)-11.11 verwendet, für die an gleicher Stelle auch Unsicherheitsbereiche angegeben werden. Die Unsicherheitsbereiche sind nicht symmetrisch zum Mittelwert; es ist von lognormalen Verteilungen auszugehen. Daher wird entsprechend der Empfehlung in IPCC(2006a)-3.29, die größere Prozentzahl zwischen Mittelwert und Konfidenzgrenze verwendet, siehe Table 14.2.

Indirekte N_2O-Emissionen entstehen infolge von Deposition von reaktivem Stickstoff, sowie aus ausgewaschenem und abgeflossenem N.

Zu den in Table 14.2 eingehenden Unsicherheiten siehe Kapitel 12.1.2 und 12.2.2.

14.5 IEF uncertainty for NH_3 from housing and animal waste management / IEF-Unsicherheit für NH_3 aus Stall und Wirtschaftsdüngermanagement

The derivation of a procedure for the assessment of the relative uncertainty of the implied emission factor for NH_3 from housing and manure management ($IEF_{NH3,\,total}$) has to account for the fact that NH_3 emissions occur from three locations that are interlinked in the N flow system. In addition, the emissions from storage of N_2O, NO and N_2 have to be considered.

In oder to simplify notation, indices are introduced to denote the origin of the emissions from the house (1), the storage system (2) and the landspreading (3):

Die Ableitung eines Verfahrens zur Berechnung der relativen Unsicherheit des aggregierten Emissionsfaktors für NH_3-Emissionen aus Stall und Wirtschaftsdüngermanagement ($IEF_{NH3,\,total}$) muss NH_3-Emissionen aus drei Bereichen berücksichtigen, die über das N-Fluss-Schema in Verbindung stehen. Überdies sind die Emissionen von N_2O, NO und N_2 aus dem Lager einzubeziehen.

Zur Vereinfachung der Schreibweise werden im Folgenden die Indizes 1 für Stall, 2 für Lager und 3 für Ausbringung verwendet:

$$IEF_{NH3-N,\,total} = IEF_{NH3-N,\,1} + IEF_{NH3-N,\,2} + IEF_{NH3-N,\,3} \quad \textbf{(14.10)}$$

$IEF_{NH3-N,\,total}$	sum of implied NH_3-N emission factors (in kg pl^{-1} a^{-1})
$IEF_{NH3-N,\,j}$	implied NH_3-N emission factor for compartment j (in kg pl^{-1} a^{-1})
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)

Each impled emission factor is defined as

Dabei ist jeder IEF wie folgt definiert:

$$IEF_{NH3-N,\,j} = TAN_j \cdot EF_{NH3-N,\,j} \quad \textbf{(14.11)}$$

$IEF_{NH3-N,\,j}$	implied NH_3-N emission factor for compartment j (in kg pl^{-1} a^{-1})
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)
TAN_j	TAN entering compartment j (in kg pl^{-1} a^{-1} TAN)
$EF_{NH3-N,\,j}$	partial NH_3-N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg^{-1} N)

TAN_2 and TAN_3 are given by:

Für TAN_2 und TAN_3 gilt:

$$TAN_2 = TAN_1 \cdot (1 - EF_{NH3-N,\,1}) \quad \textbf{(14.12)}$$

TAN_2	TAN entering storage from housing (in kg pl^{-1} a^{-1} TAN)
TAN_1	TAN as excreted by an animal (in kg pl^{-1} a^{-1} TAN)
$EF_{NH3-N,\,1}$	partial NH_3-N emission factor for housing, related to TAN (in kg kg^{-1} N)

$$TAN_3 = TAN_2 \cdot (1 - EF_{NH3-N,\,2} - ef_2) \quad \textbf{(14.13)}$$

TAN_3	TAN before spreading (kg pl^{-1} a^{-1} TAN)
TAN_2	TAN entering storage from housing (in kg pl^{-1} a^{-1} TAN)
$EF_{NH3-N,\,2}$	partial NH_3-N emission factor for storage, related to TAN (in kg kg^{-1} N)
ef_2	60 % of the sum of the partial emission factors for N_2O, NO und N_2 from storage, related to TAN (in kg kg^{-1} N)

The fraction ef_2 is fixed to 60 % of the sum of the emission factors for N_2O, NO and N_2 in order to approximately reflect that the emission of N_2O, NO and N_2 are only partly stemming from the TAN pool. A correct approach would have to make use of the fraction of TAN to total N available. A sensitivity analysis showed that the exact share does not affect the overall uncertainty of the overall NH_3 emission factor (IEF). Hence it is unnecessary to carry the total amounts of N along in the error calculations described here.

The resulting implied emission factor for NH_3 emissions from housing and management is

Die Größe ef_2 wird mit 60 % der Summe der Emissionsfaktoren für N_2O, NO und N_2 angesetzt, um näherungsweise zu berücksichtigen, dass die Emissionen von N_2O, NO und N_2 nur zum Teil aus dem TAN-Pool gespeist werden. Korrekt müsste der Prozentanteil dem Verhältnis von TAN-Menge zu gesamter N-Menge entsprechen. Eine Sensitivitätsuntersuchung zeigte aber, dass der genaue Prozentsatz für das Endergebnis (Unsicherheit des NH_3-IEF) ohne Bedeutung ist, so dass sich das Mitführen der N-Gesamtmenge in der hier vorgestellten Fehlerrechnung erübrigt.

Schließlich ergibt sich für den aggregierten Emissionsfaktor für NH_3-Emissionen aus Stall und Wirtschaftsdüngermanagement:

$$IEF_{\text{NH3-N, total}} = TAN_1 \cdot \begin{bmatrix} (EF_{\text{NH3-N, 1}} + EF_{\text{NH3-N, 2}} + EF_{\text{NH3-N, 3}}) + (EF_{\text{NH3-N, 1}} \cdot EF_{\text{NH3-N, 2}} \cdot EF_{\text{NH3-N, 3}}) \\ -(EF_{\text{NH3-N, 1}} \cdot EF_{\text{NH3-N, 2}} + EF_{\text{NH3-N, 2}} \cdot EF_{\text{NH3-N, 3}} + EF_{\text{NH3-N, 1}} \cdot EF_{\text{NH3-N, 3}}) \\ -(1 - EF_{\text{NH3-N, 1}}) \cdot ef_2 \cdot EF_{\text{NH3-N, 3}} \end{bmatrix} \quad \textbf{(14.14)}$$

$IEF_{\text{NH3-N, total}}$	sum of implied NH_3-N emission factors (in kg pl^{-1} a^{-1})
TAN_1	TAN as excreted by an animal (in kg pl^{-1} a^{-1} TAN)
$EF_{\text{NH3-N, j}}$	partial NH_3-N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg^{-1} N)
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)
ef_2	sum of the partial emission factors for N_2O, NO und N_2 from storage, related to TAN (in kg kg^{-1} N)

Its absolute uncertainty amounts to

Für die absolute Unsicherheit gilt:

$$s(IEF_{\text{NH3-N, total}}) = \sqrt{\left(\frac{\partial IEF_{\text{NH3-N, total}}}{\partial TAN_1} \cdot s(TAN_1)\right)^2 + \sum_{j=1}^{3}\left(\frac{\partial IEF_{\text{NH3-N, total}}}{\partial EF_{\text{NH3-N, j}}} \cdot s(EF_{\text{NH3-N, j}})\right)^2 + \left(\frac{\partial IEF_{\text{NH3-N, total}}}{\partial ef_2} \cdot s(ef_2)\right)^2} \quad \textbf{(14.15)}$$

$s(IEF_{\text{NH3-N, total}})$	uncertainty of the total implied NH_3-N emission factor (in kg pl^{-1} a^{-1})
TAN_1	TAN as excreted by an animal (in kg pl^{-1} a^{-1} TAN)
$EF_{\text{NH3-N, j}}$	partial NH_3-N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg^{-1} N)
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)
$s(EF_{\text{NH3-N, j}})$	uncertainty of the partial NH_3-N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg^{-1} N)
ef_2	sum of the partial emission factors for N_2O, NO und N_2 from storage, related to TAN (in kg kg^{-1} N)
$s(ef_2)$	uncertainty of the sum of the partial emission factors for N_2O, NO und N_2 from storage, related to TAN (in kg kg^{-1} N)

According to Chapter 14.2, the relative uncertainty is

Die relative Unsicherheit folgt dann entsprechend Kapitel 14.2 aus

$$u(IEF_{\text{NH3-N, total}}) = \frac{s(IEF_{\text{NH3-N, total}})}{IEF_{\text{NH3-N, total}}} \quad \textbf{(14.16)}$$

$u(IEF_{\text{NH3-N, total}})$	relative uncertainty of the total implied NH_3-N emission factor (in kg pl^{-1} a^{-1})
$s(IEF_{\text{NH3-N, total}})$	uncertainty of the total implied NH_3-N emission factor (in kg pl^{-1} a^{-1})
$IEF_{\text{NH3-N, total}}$	sum of implied NH_3-N emission factors (in kg pl^{-1} a^{-1})

The partial emission factors for NH_3-N from housing, storage and application of manure as well as the emissions of N_2O, NO and N_2 from storage are integrated in the calculation of the uncertainty. The respective amounts are obtained from aggregated emission assessments on the national scale. The same applies to the amounts of TAN in the house.

The uncertainty of the partial NH3 emission factors used in the inventory is not known. EMEP (2013)-3B-32, Chapter 4.5.1, quotes an investigation made in the UK that estimates the uncertainty between ±14 % for spreading of slurry and ±136 % for grazing of male beef cattle. Apart from the fact that the value of -136 % doesn't make sense, there is a wide span that can be attributed to the fact that there the better part of the measuring campaigns dealt with larger emission sources. EMEP (2007)-B1090-19 gives an uncertainty of 30 % for Tier 1 emission factors. Considering the discussion above, a relative standard error of 30 % is assumed for the German NH_3 emission factors.

The relative standard error of the sum of the emission factors for N_2O, NO and N_2 is assumed to equal that

In die Unsicherheitsberechnung gehen die partiellen Emissionsfaktoren für NH_3-N aus Stall, Lager, und Ausbringung sowie für die Summe von N_2O-N, NO-N und N_2 aus dem Lager ein. Sie werden auf nationaler Ebene aus den aggregierten Ergebnissen der Emissionsberechnungen ermittelt. Gleiches gilt für den TAN-Mengen im Stall.

Die Unsicherheit der im Inventar verwendeten partiellen NH_3-Emissionsfaktoren ist nicht bekannt. EMEP (2013)-3B-32, Kapitel 4.5.1, zitiert eine Untersuchung aus dem Vereinigten Königreich, in der die Unsicherheit zwischen ±14 % für die Ausbringung von Gülle und ±136 % für den Weidegang von Mastrindern liegt. Abgesehen davon, dass die Angabe von -136 % nicht sinnvoll ist, zeigt sich eine große Spanne, die u. a. darauf zurück zu führen ist, dass für größere Quellen mehr Messungen als für kleinere vorlagen. EMEP (2007)-B1090-19 gab für Stufe-1-Emissionsfaktoren eine Unsicherheit von 30 % an. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte wird für die deutschen NH_3-Emissionsfaktoren ein relativer Standardfehler von 30 % angenommen.

Der relative Standardfehler der Summe der partiellen Emissionsfaktoren für N_2O-N, NO-N und N_2 aus dem

of N_2O, see Chapter 14.4.1., i.e. 50 % for cattle, pigs and poultry and 150 % for sheep, goats and horses.

The relative standard error of TAN inputs to the house is assumed to be 10 % (se Chaper 14.4.1).

The calculated combinations of relative standard errors (for housing, storage and application) are listed in Table 14.1. The data shown here are based on the calculations performed for 2011 data sets.

The frequency distribution of the uncertainties can be assumed to be normal due to the numerous data influencing the results.

It follows from that that the uncertainties provided hitherto can directly used to define the boundaries of the 95 % confidence interval. As an example, they are -41,4 % and +41,4 %, respectively, for dairy cows.

Lager wird wie die relative Unsicherheit für N_2O nach Kapitel 14.4.1 mit 50 % für Rinder, Schweine und Geflügel sowie 150 % für Schafe, Ziegen und Pferde angesetzt.

Für den relativen Standardfehler der TAN-Einträge werden 10 % angenommen (vgl. Kapitel 14.4.1).

Die berechneten relativen Standardfehler (Stall, Lager und Ausbringung zusammengefasst) sind in Table 14.1 aufgeführt. Die Ergebnisse beruhen auf den Berechnungen für 2011.

Die Verteilung der Unsicherheiten kann wegen der Vielzahl der eingehenden Einflussfaktoren als normal angenommen werden.

Daraus folgt wiederum, dass die angegebenen Unsicherheitswerte direkt zur Definition der Grenzen des 95 %-Konfidenzintervalles verwendet werden können: So liegen diese Grenzen z. B. bei den Milchkühen bei -41,4 % / +41,4 %.

Table 14.1: Manure management: Uncertainties (standard error/ half the 95 % confidence interval) of the IEF for NH_3 (%) (for details see text)

dairy cows	calves	heifers	male beef cattle	suckler cows	mature males > 2 years
20.7 / 41.4	14.5 / 28.9	20.5 / 40.9	20.6 / 41.1	18.4 / 36.8	19.1 / 38.2
sows	weaners	fattening pigs	boars		
20.5 / 41.0	20.0 / 40.1	20.1 / 40.2	20.3 / 40.6		
sheep	goats	heavy horses	light horses		
19.0 / 38.0	19.9 / 39.8	17.6 / 35.2	17.6 / 35.2		
laying hens	broilers	pullets	geese	ducks	turkeys
20.8 / 41.6	18.9 / 37.8	19.7 / 39.4	15.4 / 30.9	15.3 / 30.7	15.2 / 30.4

14.6 Total uncertainty of the German agricultural GHG inventory / Gesamtunsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen THG-Inventars

14.6.1 Calculation methododology / Berechnungsmethodik

The basic rules for the calculation of the total uncertainty of the German agricultural GHG inventory are described in Chapters 14.1 to 14.5.

For the uncertainties of the activity data and the emission factors used in the overall uncertainty calculations see Chapters 4 bis 12. Special features are discussed in Chapters 14.6.2 und 14.6.3.

The effect of these uncertainties on the German national agricultural greenhouse gas inventory is discussed in Chapter 14.6, in particular see Table 14.2.

Die Grundlagen für die Berechnung der Gesamtunsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen THG-Inventars werden in den Kapiteln 14.1 bis 14.5 beschrieben.

Zu den Unsicherheiten der Aktivitätsdaten und der Emissionsfaktoren siehe entsprechende Angaben in den Kapiteln 4 bis 12. Auf Besonderheiten gehen Kapitel 14.6.2 und 14.6.3 ein.

Auf die resultierende Gesamtunsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars wird in Kapitel 14.6 eingegangen, siehe besonders Table 14.2.

14.6.2 Special features of the uncertainties of activity data / Besonderheiten von Unsicherheiten der Aktivitätsdaten

For cattle numbers, the uncertainty has decreased over the past years. The uncertainty used is an estimated mean uncertainty. A sensitivity analysis showed that the accuracy of this estimated uncertainty has no impact on the overall uncertainty of the greenhous gas inventory.

The uncertainties of the activity data regarding direct N_2O emissions from agricultural soils are influenced by a comparatively large number of quantities and their respective uncertainties. It is assumed that the overall uncertainty of the activity data does not exceed 20 to 30 % which is markedly less than the relative uncertainty of the emission factors (see Chapter 14.4.3). Hence the latter uncertainty dominates the overall uncertainty to such an extent that a more accurate assessment of the uncertainty of the activities appears unnecessary.

Bei den Tierzahlen von Rindern hat die Unsicherheit mit den Jahren abgenommen. Daher wird mit einem geschätzen Mittelwert gerechnet. Vergleichsrechnungen haben gezeigt, dass der exakte Wert dieser geschätzten Unsicherheiten ohne Einfluss auf die Gesamtunsicherheit des Treibhausgas-Inventars ist.

Die Unsicherheiten der Aktivitätsdaten bei direkten N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (N-Menge) sind eine Funktion einer größeren Anzahl an Einflussgrößen und deren Unsicherheiten. Es ist davon auszugehen, dass die Gesamtunsicherheit der Aktivitätsdaten nicht höher als 20 bis 30 % und damit deutlich geringer als die relative Unsicherheit der Emissionsfaktoren (siehe Kapitel 14.4.3) ist. Letztere dominiert somit die relative Unsicherheit der Gesamt-N_2O-Emissionen, womit eine genauere Bestimmung der Aktivitätsunsicherheiten nicht erforderlich erscheint.

14.6.3 Special features of the uncertainties of emission factors / Besonderheiten der Unsicherheiten von Emissionsfaktoren

The relative uncertainties of the emission factors for CH_4 and N_2O can be transferred directly into uncertainties of CO_2 equivalents. The multiplication with a constant factor has no effect on the relative uncertainzy (see Chapter 14.2).

Die relativen Emissionsfaktor-Unsicherheiten für CH_4 und N_2O können direkt für die Darstellung in CO_2-Äquivalenten übernommen werden, da letztere nur durch Multiplikation mit einem konstanten Faktor entstehen, der keinen Einfluss auf die relative Unsicherheit hat (siehe Kapitel 14.2).

14.6.4 Uncertainty table / Unsicherheitstabelle

Table 14.2 displays the various input data and their uncertainties as well as intermediate results obtained during the calculation of the overall uncertainty of the agricultural greenhouse gas emission inventory.

The overall uncertainty is expressed as percentage of the total emissions of the last year of the time series and is listed at the very bottom ot column H. The other values in column H, however, are auxiliary data required for the uncertainty calvulations. These values are proportional to the contributions of the various sub-sources to the total variance of the greenhouse gas inventory, cf. footnote in Table 14.2. Comparison of the entries in

Table 14.2 zeigt die verschiedenen Eingabedaten und ihre Unsicherheiten sowie Zwischenergebnisse zur Berechnung der Gesamtunsicherheit des landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars.

Die Gesamtunsicherheit (in Prozent der Gesamtemission des letzten Jahres der Zeitreihe) findet sich in Spalte H ganz unten. Die übrigen Daten in Spalte H stellen eine für die Berechnung erforderliche Zwischengröße dar, die proportional zu den Beiträgen der einzelnen Teilquellen zur Gesamtvarianz des THG-Inventars ist (siehe dazu auch Fußnote in Table 14.2). Der Vergleich der Werte in Spalte H zeigt, dass die Gesamtunsicherheit

column H reveals that the overall uncertainy of the agricultural greenhouse gas inventory is caused mainly by the uncertainties of the N_2O emissions from agricultural soils.

The percentage uncertainties of the trend of the overall emissions from German agriculture are given at the bottom of column M. (For the meaning of the values in column M see the footnote Table 14.2.)

Emissions of the single greenhouse gases in Table 14.2 were transformed in CO_2 equivalents using the following global warming potentials (GWP) prescribed by IPCC (2006): 25 kg kg^{-1} for CH_4, and 298 kg kg^{-1} for N_2O.

Obviously the uncertainties of the emission factors are significantly higher than the unvcertainties of the activity data. They dominate the combined uncertainties given in column G („Combined uncertainty as % of total national emissions“).

The total uncertainty of the emissions of the green house gas inventory is 37.4 % (valid for the year 2013). This uncertainty is mainly caused by the uncertainties of the N2O emissions from agricultural soils and cultures, as can be seen when comparing the values of column G. The uncertainty of the trend 1990 – 2013 is 11.8 %.

In comparison to Submission 2014 (HAENEL et al., 2014), the uncertainty of the total emissions is nearly halvened (Submission 2014: 73.1 %, valid for 2012). This sharp decrease is mostly due to the change from IPCC (1996) guidelines to IPCC (2006) guidelines, providing a considerably lower emission factor for leaching and surface run-off and a lower lower emission factor uncertainty. For the same reason, the uncertainty of the trend given in Table 14.2 is significantly lower than the value given in Submission 2014 (32,9 % for 1990 – 2012).

des landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars überwiegend durch Unsicherheiten von N_2O-Emissionen aus dem Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden verursacht wird.

Die prozentuale Unsicherheit des Trends der Gesamtemissionen aus der deutschen Landwirtschaft ist in Spalte M ganz unten dargestellt. (Zur bedeutung der Werte in Spalte M siehe Fußnote in Table 14.2.)

Die Umrechnung der Treibhausgas-Emissionen in Table 14.2 in CO_2-Äquivalente wurde mit den durch IPCC (2006) vorgeschriebenen Umrechnungsfaktoren (GWP, Global Warming Potential) durchgeführt: 25 kg kg^{-1} für CH_4 und 298 kg kg^{-1} für N_2O.

Deutlich zu erkennen ist, dass die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren in der Regel deutlich über denen der Aktivitätsdaten liegen, so dass sie die kombinierte Unsicherheit in Spalte „Combined uncertainty as % of total national emissions“ dominieren.

Die Unsicherheit der Emissionshöhe des THG-Gesamtinventars beträgt 37,4 % (gültig für das Jahr 2013). Sie geht zum großen Teil auf die Unsicherheiten der N_2O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden und Kulturen zurück, wie der Spalte G Die Unsicherheit des Trends 1990 – 2013 liegt bei 11,8 %.

Gegenüber Submission 2014 (HAENEL et al., 2014) hat sich die Unsicherheit der Emissionshöhe nahezu halbiert (Submission 2014: 73.1 %, gültig für 2012). Diese Veränderung beruht im Wesentlichen auf der erheblichen Reduktion des Emissionsfaktors für Auswaschung und Oberflächenabfluss und seiner Unsicherheit durch den Übergang von den IPCC-(1996)- zu den IPCC-(2006)-Richtlinien. Aus dem gleichen Grund ist auch die Unsicherheit des Trends in Table 14.2 merklich niedriger als in Submission 2014 (32,9 %, gültig für 1990 - 2012.

Table 14.2: Uncertainty calculation for the German agricultural GHG inventory

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category **EntFer = Enteric Fermentation** **MM = Manure Management (housing, storage, spreading)** **DEP = Digestion of Energy Plants**	Gas	Base year (1990) emissions, in CO_2-eq.	Year 2013 emissions, in CO_2-eq.	Activity data uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Auxiliary entity, proportional to the contribution to the total variance in year 2013 (*)	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by acticity data uncertainty	Square of the uncertainty introduced into the trend (*)
		(GWP_{CH4} = 25 kg kg^{-1}, GWP_{N2O} = 298 kg kg^{-1})										
		Gg a^{-1}	Gg a^{-1}	%	%	%	$(\%)^2$	%	%	%	%	$(\%)^2$
EntFer, dairy cows	CH_4	19089.1	14380.6	4	40	40.2	81.0	0.02	0.18	0.70	1.04	1.58
EntFer, calves	CH_4	496.3	330.1	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00
EntFer, heifers	CH_4	6559.8	4155.6	4	40	40.2	6.8	0.02	0.05	0.64	0.30	0.51
EntFer, male beef cattle	CH_4	5853.0	3226.6	4	40	40.2	4.1	0.02	0.04	0.82	0.23	0.73
EntFer, suckler cows	CH_4	789.8	1280.4	4	40	40.2	0.6	0.01	0.02	0.32	0.09	0.11
EntFer, mature males > 2 years	CH_4	464.4	183.3	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.10	0.01	0.01
EntFer, sows	CH_4	211.0	148.4	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
EntFer, weaners	CH_4	51.2	53.1	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
EntFer, fattening pigs	CH_4	409.9	454.6	4	40	40.2	0.1	0.00	0.01	0.06	0.03	0.00
EntFer, boars	CH_4	5.7	1.3	20	40	44.7	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EntFer, sheep	CH_4	506.0	291.6	10	60	60.8	0.1	0.00	0.00	0.10	0.05	0.01
EntFer, goats	CH_4	11.3	16.3	20	60	63.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
EntFer, horses	CH_4	204.6	191.0	10	60	60.8	0.0	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00
MM, dairy cows	CH_4	2646.8	2259.9	4	40	40.2	2.0	0.00	0.03	0.04	0.16	0.03
MM, calves	CH_4	111.0	127.1	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
MM, heifers	CH_4	953.9	476.0	4	40	40.2	0.1	0.00	0.01	0.16	0.03	0.03
MM, male beef cattle	CH_4	1345.5	700.6	4	40	40.2	0.2	0.01	0.01	0.21	0.05	0.05
MM, suckler cows	CH_4	130.4	168.5	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
MM, mature males > 2 years	CH_4	62.1	22.4	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MM, sows	CH_4	512.6	384.3	4	40	40.2	0.1	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00
MM, weaners	CH_4	194.6	166.3	4	40	40.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MM, fattening pigs	CH_4	1965.5	1849.8	4	40	40.2	1.3	0.00	0.02	0.12	0.13	0.03
MM, boars	CH_4	11.9	2.7	20	40	44.7	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, sheep	CH_4	17.0	9.8	10	60	60.8	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, goats	CH_4	0.5	0.7	20	60	63.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, horses	CH_4	31.7	29.6	10	40	41.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MM, laying hens	CH_4	54.2	52.2	10	40	41.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MM, broilers	CH_4	13.2	45.9	10	40	41.2	0.0	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
MM, pullets	CH_4	6.7	5.0	10	40	41.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, geese	CH_4	1.5	1.0	20	60	63.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, ducks	CH_4	1.7	2.3	20	40	44.7	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, male turkeys	CH_4	8.3	26.4	10	40	41.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

MM, female turkeys	CH_4	4.3	13.3	10	40	41.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MM, dairy cows	N_2O	1577.2	1012.6	4	100	100.1	2.5	0.00	0.01	0.37	0.07	0.14
MM, calves	N_2O	252.8	151.1	4	100	100.1	0.1	0.00	0.00	0.07	0.01	0.01
MM, heifers	N_2O	706.7	473.5	4	100	100.1	0.5	0.00	0.01	0.14	0.03	0.02
MM, male beef cattle	N_2O	362.3	255.0	4	100	100.1	0.2	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00
MM, suckler cows	N_2O	103.1	131.2	4	100	100.1	0.0	0.00	0.00	0.06	0.01	0.00
MM, mature males > 2 years	N_2O	49.4	18.8	4	100	100.1	0.0	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
MM, sows	N_2O	238.9	122.1	4	100	100.1	0.0	0.00	0.00	0.10	0.01	0.01
MM, weaners	N_2O	24.6	34.9	4	100	100.1	0.0	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
MM, fattening pigs	N_2O	277.2	406.6	4	100	100.1	0.4	0.00	0.01	0.23	0.03	0.05
MM, boars	N_2O	7.9	1.6	20	100	102.0	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MM, sheep	N_2O	74.2	42.7	10	300	300.2	0.0	0.00	0.00	0.07	0.01	0.01
MM, goats	N_2O	4.2	6.1	20	300	300.7	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MM, horses	N_2O	156.1	146.0	10	300	300.2	0.5	0.00	0.00	0.07	0.03	0.01
MM, laying hens	N_2O	20.4	22.3	10	100	100.5	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MM, broilers	N_2O	8.0	23.8	10	100	100.5	0.0	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
MM, pullets	N_2O	3.2	2.7	10	100	100.5	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, geese	N_2O	0.2	0.1	20	100	102.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, ducks	N_2O	0.7	1.0	20	100	102.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MM, male turkeys	N_2O	3.0	10.0	10	100	100.5	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MM, female turkeys	N_2O	1.8	6.1	10	100	100.5	0.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MM, indirect N_2O, all animals	N_2O	1242.3	1043.6	10	400	400.1	42.2	0.00	0.01	0.10	0.19	0.05
Soils, mineral fertilizers	N_2O	10131.8	7721.2	1	200	200.0	577.8	0.01	0.10	1.63	0.14	2.67
Soils, spreading of manure	N_2O	5392.7	4592.0	60	200	208.8	222.8	0.00	0.06	0.37	5.00	25.16
Soils, sewage sludge	N_2O	128.4	124.8	20	200	201.0	0.2	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00
Soils, crop residues	N_2O	2267.8	2829.4	50	200	206.2	82.4	0.01	0.04	2.46	2.57	12.66
Soils, organic soils	N_2O	3096.7	2913.4	1	200	200.0	82.3	0.00	0.04	0.92	0.05	0.85
Soils, grazing	N_2O	1909.0	1191.8	20	200	201.0	13.9	0.00	0.02	0.98	0.43	1.15
Soils, indirect N_2O (deposition)	N_2O	1889.1	1553.6	50	400	403.1	95.0	0.00	0.02	0.02	1.41	1.99
Soils, indirect N_2O (leaching, run-off)	N_2O	3477.1	2932.3	170	230	286.0	170.4	0.00	0.04	0.19	9.05	81.95
DEP, digester and storage	CH_4	0.3	1115.4	10	40	41.2	0.5	0.01	0.01	0.57	0.20	0.37
DEP, storage, direct N_2O	N_2O	0.1	217.6	10	100	100.5	0.1	0.00	0.00	0.28	0.04	0.08
DEP, storage, indirect N_2O (deposition)	N_2O	0.0	11.2	10	400	400.1	0.0	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
DEP, soils, direct N_2O	N_2O	0.2	1049.5	10	200	200.2	10.7	0.01	0.01	2.69	0.19	7.30
DEP, soils, indirect N_2O (deposition)	N_2O	0.0	198.0	10	400	400.1	1.5	0.00	0.00	1.02	0.04	1.04
DEP, soils, indirect N_2O (leaching, run-off)	N_2O	0.0	172.7	10	230	230.2	0.4	0.00	0.00	0.51	0.03	0.26
Liming (agriculture and forest)	CO_2	1276.9	1956.5	1	3	3.2	0.0	0.01	0.03	0.03	0.04	0.00
Application of urea	CO_2	479.6	695.0	1	1	1.4	0.0	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Total		77889.4	64242.5				37.4	← Uncertainty of 2013 emissions (percentage) Uncertainty of the trend (percentage) →				11.8

(*) Columns H and M: While the calculation procedures given in IPCC (2006a)-3.31, Table 3.2, have been used, the heads of the columns (H: Contribution to Variance by Category, M: Uncertainty introduced into the trend in total national emissions) had to be modified in order to correspond correctly to the calculation procedures used. The units had to be modified into $(\%)^2$ in order to be consistent with the calculation procedures.

14.7 Uncertainty of the German agricultural ammonia inventory / Unsicherheit des Ammoniak-Inventars für die deutsche Landwirtschaft

For the ammonia inventory of the German agriculture, a calculation of uncertainties has been carried out according to EMEP (2013), Part A, Chapter 5. These calculations do not include the emisssions from digestion of energy plants (including spreading of the digestates), as these emissions are not part of the ammonia inventory, see Chapter 0.

The basic rules of these calculations are the same like for calculation of the total uncertainty of the green house gas inventory (Chapters 14.1 to 14.5).

Table 14.3 shows input data, calculation details and the resulting overall uncertainty of the German ammonia emission inventory. (For the content of columns H and M see the footnote in Table 14.3.)

Input data for the calculations in Table 14.3 were the emissions of the first and of the last year of the time series as well as the uncertainties of the activity data and the emission factors. For the uncertainties see Chapters 4 to 12. In addition it has to take into account:

- For cattle numbers, the uncertainty decreased over the past years. The uncertainty used is an estimated mean uncertainty. A sensitivity analysis showed that the accuracy of this estimated uncertainty has no impact on the overall uncertainty of the greenhous gas inventory.
- The uncertainties of emission factors for manure management are described in Chapter 14.5.

The overall uncertainty is expressed as percentage of the total emissions of the last year of the time series and is listed at the very bottom ot column H. The other values in column H, however, are auxiliary data required for the uncertainty calvulations. These values are proportional to the contributions of the various sub-sources to the total variance of the ammonia inventory, cf. footnote in Table 14.3.

The percentage uncertainties of the trends of the overall emissions of ammonia from German agriculture is given at the bottom of column M. (For the meaning of the values in column M see the footnote Table 14.3.)

The uncertainty calculations show that the overall uncertainty of the agricultural ammonia inventory is governed by the uncertainties characterizing the manure management of dairy cattle and fattening pigs and the application of mineral fertilizers (see column H).

In comparison to Submission 2014 (Haenel et al., 2014), the uncertainty of the total emissions increased from 16.3 % (valid for 2012) auf 17.3 % (valid for 2013). The uncertainty of the trend increased from 3.1 % (valid for 1990 - 2012) to 3.9 % (valid for 1990 - 2013). These changes are mostly due to the updated (higher) NH3 emission factors of synthetic fertilizers and the pertaining higher emissions.

Für das gesamte Ammoniak-Inventar der deutschen Landwirtschaft wurde eine Unsicherheitenberechnung nach EMEP (2013), Part A, Kapitel 5, durchgeführt. Die Emissionen aus der Vergärung von Energiepflanzen (incl. Ausbringung der Gärreste) wurden dabei nicht berücksichtigt, da sie nicht Gegenstand des Ammoniak-Inventars sind, siehe Kapitel 0.

Die Grundlagen für die Berechnung entsprechen denen für die Berechnung der Gesamtunsicherheit des Treibhausgas-Inventars (Kapitel 14.1 bis 14.5).

Table 14.3 zeigt Inputdaten, Berechnungsdetails und Ergebnisse der Unsicherheitsberechnung für das deutsche Ammoniak-Inventar. (Zum Inhalt der Spalten H und M siehe die Fußnote in Table 14.3.)

Als Inputdaten dienten die Emissionen des ersten und letzten Zeitreihenjahres sowie die Unsicherheiten der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren. Für die Unsicherheiten wird auf entsprechende Unterkapitel in Kapitel 4 bis 12 verwiesen. Ergänzend ist zu berücksichtigen:

- Bei den Rinderzahlen hat sich die Unsicherheit der Tierzahl über die Jahre verringert. Es wurde mit einem geschätzen Mittelwert der Unsicherheit gerechnet. Der exakte Wert dieser geschätzten Unsicherheit erwies sich als ohne Einfluss auf die Gesamtunsicherheit des Ammoniak-Inventars.
- Zu den Emissionsfaktor-Unsicherheiten für das Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 14.5.

Die Gesamtunsicherheit des landwirtschaftlichen Ammoniak-Inventars (in Prozent der Gesamtemission des letzten Jahres der Zeitreihe) findet sich in Spalte H ganz unten. Die übrigen Daten in Spalte H stellen eine für die Berechnung erforderliche Zwischengröße dar, die proportional zu den Beiträgen der einzelnen Teilquellen zur Gesamtvarianz des Ammoniak- Inventars ist (siehe dazu auch Fußnote in Table 14.3).

Die prozentuale Unsicherheit des Trends der Gesamtemissionen aus der deutschen Landwirtschaft ist in Spalte M ganz unten dargestellt. (Zur Bedeutung der Werte in Spalte M siehe Fußnote in Table 14.3.)

Die Gesamtunsicherheit des landwirtschaftlichen Ammoniak-Inventars wird überwiegend bestimmt durch die Unsicherheiten im Wirtschaftsdünger-Management von Milchkühen und Mastschweinen sowie in der Mineraldünger-Anwendung (siehe Spalte H).

Gegenüber Submission 2014 (Haenel et al., 2014) stieg die Unsicherheit der Emissionshöhe von 16,3 % (gültig für 2012) auf 17,3 % (gültig für 2013). Die Unsicherheit des Trends stieg von 3,1 % (gültig für 1990 - 2012) auf 3,9 % (gültig für 1990 - 2013). Diese Veränderungen sind zu einem großen Teil auf die Anhebung der NH_3-Emissionsfaktoren der Mineraldünger-Ausbringung und den damit verbundenen höheren Emissionen.

Table 14.3: Uncertainty calculation for the German agricultural ammonia inventory (without emissions from storage and spreading of digestates of energy plants)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Source category	Gas	Base year (1990) emissions	Year 2013 emissions	Activity data uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95 % confidence interval)	Auxiliary entity, proportional to the contribution to the total variance in year 2013 (*)	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by acticity data uncertainty	Square of the uncertainty introduced into the trend (*)
		Gg a^{-1}	Gg a^{-1}	%	%	%	$(\%)^2$	%	%	%	%	$(\%)^2$
Manure management, dairy cows	NH_3	194.68	154.59	4	41	41.2	101.1	0.01	0.20	0.41	1.15	1.49
Manure management, calves	NH_3	20.26	15.99	4	29	29.3	0.5	0.00	0.02	0.03	0.12	0.02
Manure management, heifers	NH_3	94.36	53.92	4	41	41.2	12.3	0.03	0.07	1.33	0.40	1.93
Manure management, male beef cattle	NH_3	82.70	41.23	4	41	41.2	7.2	0.04	0.05	1.49	0.31	2.32
Manure management, suckler cows	NH_3	10.32	13.63	4	37	37.2	0.6	0.01	0.02	0.24	0.10	0.07
Manure management, mature males > 2 years	NH_3	4.45	1.67	4	38	38.2	0.0	0.00	0.00	0.10	0.01	0.01
Manure management, sows	NH_3	41.97	25.19	4	41	41.2	2.7	0.01	0.03	0.53	0.19	0.31
Manure management, weaners	NH_3	9.34	6.90	4	40	40.2	0.2	0.00	0.01	0.05	0.05	0.00
Manure management, fattening pigs	NH_3	98.82	89.95	4	40	40.2	32.6	0.01	0.12	0.40	0.67	0.61
Manure management, boars	NH_3	0.89	0.53	20	41	45.6	0.0	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
Manure management, sheep	NH_3	4.78	2.75	10	38	39.3	0.0	0.00	0.00	0.06	0.05	0.01
Manure management, goats	NH_3	0.27	0.39	20	40	44.7	0.0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Manure management, horses	NH_3	12.31	11.51	10	35	36.4	0.4	0.00	0.02	0.06	0.21	0.05
Manure management, laying hens	NH_3	24.70	21.20	10	42	43.2	2.1	0.00	0.03	0.03	0.39	0.16
Manure management, broilers	NH_3	7.67	18.60	10	38	39.3	1.3	0.02	0.02	0.61	0.35	0.49
Manure management, pullets	NH_3	3.44	2.53	10	39	40.3	0.0	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00
Manure management, geese	NH_3	0.29	0.20	10	31	32.6	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Manure management, ducks	NH_3	0.61	0.82	10	31	32.6	0.0	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
Manure management, turkeys	NH_3	5.72	17.21	10	30	31.6	0.7	0.02	0.02	0.49	0.32	0.34
Animal grazing	NH_3	14.16	8.32	20	150	151.3	4.0	0.00	0.01	0.69	0.31	0.57
Mineral fertilizers	NH_3	128.32	146.31	1	50	50.0	133.4	0.05	0.19	2.59	0.27	6.76
Total		760.1	633.4				17.3	← Uncertainty of 2013 emissions (percentage) Uncertainty of the trend (percentage) →				3.9

(*) For columns H and M the calculation procedures and the column heads differ from that described in EMEP (2013), Part A, Chapter 5, as the procedures and column heads given in IPCC (2006a)-3.31, Table 3.2, have been used in order to keep the similarity to Table 14.2. However, the heads of the columns given by IPCC (2006a) (H: Contribution to Variance by Category, M: Uncertainty introduced into the trend in total national emissions) had to be modified in order to correspond correctly to the calculation procedures used. The units had to be modified into $(\%)^2$ in order to be consistent with the calculation procedures.

15 References / Literatur

ADR – ARBEITSGEMEINSCHAFT DEUTSCHER RINDERZÜCHTER (1993, and subsequent years) Rinderproduktion in Deutschland 1992 (and subsequent years). Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter, Bonn

AMI – AGRARMARKT INFORMATIONS-GMBH. Markt Bilanz Milch (2011)

AMI – AGRARMARKT INFORMATIONS-GMBH. Markt Bilanz Milch (2012)

AMI – AGRARMARKT INFORMATIONS-GMBH. Markt Bilanz Milch (2013)

AMI – AGRARMARKT INFORMATIONS-GMBH. Markt Bilanz Milch (2014)

AMON B, AMON TH, BOXBERGER J, ALT CH (2001) Emissions of NH_3, N_2O, and CH_4 from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (Housing, Manure Storage, Manure Spreading). Nutrient Cycling in Agroecosystems, 60, 103-113

ANONYMUS (2001a) Legeleistungsprüfung für Hühner 1998 bis 2000. DGS Magazin 5/2001, Ulmer, Stuttgart, 12-18

ANONYMUS (2003) Legeleistungsprüfung für Hühner 2001/2002. DGS Magazin 31/2003, Ulmer, Stuttgart, 23-30

ANONYMUS (2005) Legeleistungsprüfung für Hühner 2002/2004. DGS Magazin 1/2005, Ulmer, Stuttgart, 15-19

ANONYMUS (2007a) Drei Futter – vergleichbare Wirtschaftlichkeit. DGS Magazin 1/2007, Ulmer, Stuttgart, 27-30

ANONYMUS (2007b) Legehennen-Alleinfutter im Test. DGS Magazin 22/2007, Ulmer, Stuttgart, 26-32

ANONYMUS (2007c) Legehennen-Alleinfutter im Test. Geringerer Unterschied bei braunen Hennen. DGS Magazin 48/2007, Ulmer, Stuttgart, 20-25

ASSE M, ZACHARIAS B (2011) Erste Ergebnisse zur Schweinemast aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2010/2011.– Teil 1: Biologische Auswertung. https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1355163/LSZ_Teil1_Schweinemast_Schweinereport2011%20biol.pdf [13.06.2012]

ASSE M, ZACHARIAS B (2012a) Ergebnisse aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2010/2011. Ferkelerzeugung mit Verkauf von 8 kg Ferkeln – Teil 1: Biologische Auswertung. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1359215_l1/LSZ_Teil%201_ Ferkelerzeugung%208%20kg%20Ferkel_Schweinereport2011%20%E2%80%A6.pdf [13.06.2012]

ASSE M, ZACHARIAS B (2012b) Erste Ergebnisse zur Schweinemast aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2011/2012.– Teil 1: Biologische Auswertung. https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1382703/index.pdf [06.05.2013]

ASSE M, ZACHARIAS B (2012c) Erste Ergebnisse zur Ferkelerzeugung aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2011/2012.– Teil 1: Biologische Auswertung. https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1382704/index.pdf [06.05.2013]

ASSE M, ZACHARIAS B (2013a) Erste Ergebnisse zur Ferkelerzeugung aus dem Schweinereport Baden-Württemberg. – Teil 1: Biologische Auswertung 2012/2013. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/pb/,Lde/664332?QUERYSTRING=Schweinereport+2012 [31.03.2014]

ASSE M, ZACHARIAS B (2013b) Erste Ergebnisse zur Schweinemast aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2012/2013. – Teil 1: Biologische Auswertung. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/pb/,Lde/664332?QUERYSTRING=Schweinereport+2012 [31.03.2014]

BACHMAIER H, GRONAUER A (2007) Klimabilanz von Biogasstrom. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Freising.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK UND DATENVERARBEITUNG, München
see Statistische Landesämter

BELITZ HD, GROSCH W, SCHIEBERLE P (2008) Lehrbuch der der Lebensmittelchemie. 6. Auflage. Springer, 1118 pp.

BERK J (2010) Faustzahlen zur Haltung von Mastgeflügel. Geflügeljahrbuch 2011. Ulmer, Stuttgart, p. 145

BEYER M, CHUDY A, HOFFMANN L, JENTSCH W, LAUBE W, NEHRING K, SCHIEMANN R (2004) Rostocker Futterbewertungssystem. Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfs auf der Basis von Nettoenergie. Dummerstorf: Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere. 392 pp

BD - BERATUNGSDIENST SCHWEINEHALTUNG UND SCHWEINEZUCHT E.V. (2011): Schweinereport Baden-Württemberg. Wirtschaftsjahr 2009/2010. Heft 5, Bad Mergentheim.

BMPII (2009): „Biogas-Messprogramm II - 61 Biogasanlagen im Vergleich"; Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Hrsg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), 2009, 1. Auflage, S. 111

DÜNGEMITTELVERORDNUNG (2012) Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV). In der Fassung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482)

BLE – BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2014) Milcherzeugung und –verwendung. http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/02_MilchUndMilcherzeugnisse/MilchUndMilcherzeugnisse_node.html [10.07.2014]

BLUM JW (2002) Fütterung von Equiden. http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/NOZ/NOZ%20ss%202003/Pferdef%FCtterung_Total.pdf

BMELF - BUNDESMINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1981) Verordnung über die Güteprüfung und Bezahlung der Anlieferungsmilch (Milch-Güteverordnung). BGBl I, 878; zuletzt geändert am 17. Dezember 2010, BGBl I, 2132

BMELV - BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2011) Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch - LFGB). BGBl I, 1770, zuletzt geändert am 15. März 2012, BGBl. I, 476

BMELV – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2012): Konzept zur Erstellung von THG-Emissions- und Kohlenstoffinventaren der Quell- und Senkengruppen 4 und 5 durch das Johann Heinrich von Thünen Institut (vTI) im Zuständigkeitsbereich des BMELV. Stand 20.03.2012. AZ: 521 – 65408/0002

BÖRJESSON P, BERGLUND M (2008) Environmental systems analysis of biogas systems—Part II: The environmental impact of replacing various reference systems. Biomass and Bioenergy 31 (2007) 326–344

BREHME G (2007) Emissionspapier Pekingentenhaltung. Unpublished, pp. 23.
BUNDESGESETZBLATT Jahrgang 2008 Teil I Nr. 52: Verordnung zur Durchführung des Fleischgesetzes und zur Änderung handelsklassenrechtlicher Vorschriften für Schlachtkörper von Rindern, Schweinen und Schafen. Ausgegeben zu Bonn am 18. November 2008
BIMSCHG - BUNDESIMMISSIONSSCHUTZGESETZ (1974). Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG). Bundesgesetzblatt I (1974), pp. 721-1193; latest updated published version dd 26 September 2002 (Bundesgesetzblatt I 2002, pg. 3830); latest changes dd 26 November 2010 (Bundesgesetzblatt I 2010, pg. 1728).
BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCHAFT (1969) Gesetz über Einheiten im Meßwesen. BGBl. 1969, Teil I, 709-712
BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCHAFT (1970) Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen. BGBl. 1970, Teil I, 981-991
BVL - BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (2012) Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB, § 35 Vorläufiges Tabakgesetz, § 28 b GenTG. L 01.00-10-1. Kjeldahl-Verfahren (nach DIN EN ISO 8968 Teil 1).
CAI Z, LAUGHLIN RJ, STEVENS RJ (2001) Nitrous oxide and dinitrogen emissions from soil under different water regimes and straw amendment. Chemosphere 42, 113-121
CEIP – CENTRE ON EMISSIONS INVENTORIES AND PROJECTIONS (2014) CLRTAP Inventory Submissions 2014. http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2014_submissions/. [26.01.2015]
DAENISCHESSEN (2006) Die dänische Eier- und Geflügelproduktion. http://www.daenischessen.de/produktion_markt/produktionszweige/gefluegel.htm.
DAMME K (2000) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2001. Ulmer, Stuttgart, pp. 197-207
DAMME K (2001) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2002. Ulmer, Stuttgart, pp. 181-192
DAMME K (2002) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003. Ulmer, Stuttgart, pp. 193-204
DAMME K (2003) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004. Ulmer, Stuttgart, pp. 68-79
DAMME K (2004) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Geflügeljahrbuch 2005. Ulmer, Stuttgart, pp. 74-89
DAMME K (2005) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Geflügeljahrbuch 2006. Ulmer, Stuttgart, pp. 60-76
DAMME K (2006) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Geflügeljahrbuch 2007. Ulmer, Stuttgart, pp. 67-85
DAMME K (2009) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Geflügeljahrbuch 2010. Ulmer, Stuttgart, p. 87
DAMME K (2009) Deutliche Unterschiede zwischen den Genotypen. DGS Magazin 45/2009. Ulmer, Stuttgart, 17-21
DAMME K (2010) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Geflügeljahrbuch 2011. Ulmer, Stuttgart, p. 70
DAMME K (2013) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Geflügeljahrbuch 2014. Ulmer, Stuttgart
DAMME K, LEMME A (2010) Bessere Mast mit CreAmino®. DGS Magazin 26/2010, Ulmer Stuttgart, 10-14
DÄMMGEN U (ed.) (2003): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2004 for 2002. Landbauforsch Völkenrode, Special Issue 260
DÄMMGEN U (2005) Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. Landbauforsch Völkenrode Special Issue 291, 223-230
DÄMMGEN U, AMON B, GYLDENKÆRNE S, HUTCHINGS NJ, KLEINE KLAUSING H, HAENEL H-D, RÖSEMANN C (2011a) Reassessment of the calculation procedure for the volatile solids excretion rates of cattle and pigs in the Austrian, Danish and German agricultural emission inventories. Landbauforsch 61, 115 – 126
DÄMMGEN U, AMON B, HUTCHINGS NJ, HAENEL H-D, RÖSEMANN C (2012a) Data sets to assess methane emissions from untreated cattle and pig slurry and manure storage systems in the German and Austrian emission inventories. Landbauforsch 62, 1 – 20
DÄMMGEN U, BRADE W, SCHULZ J, KLEINE KLAUSING H, HUTCHINGS NJ, HAENEL H-D, RÖSEMANN C (2011b) The effect of feed composition and feeding strategies on excretion rates in German pig production. Landbauforsch 61, 327-342
DÄMMGEN U, DÖHLER H, LÜTTCH M, EURICH-MENDEN B, OSTERBURG B, HAENEL H-D, DÖRING U, STROGIES M (2006) Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Berichterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 1. Emissionen. Landbauforsch Völkenrode Special Issue 291, 5-9
DÄMMGEN U, ERISMAN JW (2005) Emission, transmission, deposition and environmental effects of ammonia from agricultural sources. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko (eds) Emissions from European Agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 97-112
DÄMMGEN U, GRÜNHAGE L (2001) Trace gas emissions from German agriculture as obtained from the application of simple or default methodologies. Environ Pollut 117, 23-34
DÄMMGEN U, HAENEL H-D, RÖSEMANN, C, CONRAD J, LÜTTCH M, DÖHLER H, EURICH-MENDEN B, LAUBACH P, MÜLLER-LINDENLAUF M, OSTERBURG B (2009a) Calculations of emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007. Methods and Data (GAS-EM). vTI Agricultural and Forestry Research, Special Issue 324, 9-385
DÄMMGEN U, HAENEL H-D, RÖSEMANN C, HUTCHINGS NJ, BRADE W, LEBZIEN P (2009b) Improved national calculation procedures to assess energy requirements, nitrogen and VS excretions of dairy cows in the German emission model GAS-EM. Landbauforsch 59, 233-252
DÄMMGEN U, HAENEL H-D, RÖSEMANN C, BRADE W, MÜLLER-LINDENLAUF M, EURICH-MENDEN B, DÖHLER H, HUTCHINGS NJ (2010a) An improved data base for the description of dairy cows in the German emission model GAS-EM. vTI Agricultural and Forestry Research 60, 87 - 100
DÄMMGEN U, HAENEL H-D, RÖSEMANN C, EURICH-MENDEN B, DÖHLER H (2010b) Derivation of TAN related ammonia emission factors in pig production. Landbauforsch 60, 241-248
DÄMMGEN U, HUTCHINGS NJ (2005) The assessment of emissions of nitrogen species from agriculture using the methodology of the atmospheric emission inventory guidebook. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (eds) Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 51-62

DÄMMGEN U, HUTCHINGS NJ (2008) Emissions of gaseous nitrogen species from manure management - a new approach. Environmental Pollution 154, 488-497

DÄMMGEN U, LÜTTICH M, DÖHLER H, EURICH-MENDEN B, OSTERBURG B (2002) GAS-EM – ein Kalkulationsprogramm für Emissionen aus der Landwirtschaft. Landbauforsch Völkenrode 52, 19-42

DÄMMGEN U, LÜTTICH M, DÖHLER H, EURICH-MENDEN B, OSTERBURG B (2005) Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004. Landbauforsch Völkenrode Special Issue 291, 47-222

DÄMMGEN U, MEYER U, RÖSEMANN C, HAENEL H-D, HUTCHINGS NJ (2013) Methane emissions from enteric fermentation as well as nitrogen and volatile solids excretions of German calves – A national approach. Landbauforsch 63,37-46

DÄMMGEN U, RÖSEMANN C, HAENEL H-D, HUTCHINGS NJ (2012b) Enteric methane emissions from German dairy cows. Landbauforsch 62, 21 – 32

DÄMMGEN U, SCHULZ J, KLEINE KLAUSING H, HUTCHINGS NJ, HAENEL H-D, RÖSEMANN C (2012c) Enteric Methane emissions from German pigs. Landbauforsch 62, 83-96

DBFZ (2014): DBFZ – Biogasanlagendatenbank.Unveröffentlichtes Manuskript.

DENIER VAN DER GOON HAC, BLEEKER A, LIGTHART T, DUIJZER JH, KUIKMAN PJ, VAN GROENINGEN JW, HAMMINGA W, KROEZE C, DE WILDE HPJ, HENSEN A (2004) Indirect nitrous oxide emissions from the Netherlands; source strength, methodologies, uncertainties and potential for mitigation. TNO report R 2004/275. TNO Apeldoorn, 131 pp

DEUTSCHER BÜFFELVERBAND (2008) Büffelhaltung in Deutschland. http://www.bueffelverband-deutschland.de/haltung.html [24.7.2008]

DIETERLE M (2012) Schätzung regionaler Daten mithilfe von Small Area-Schätzmethoden. Wirtschaft und Statistik, Statistisches Bundesamt, Dezember 2011, 2012 – 2018.

DLG - DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (1986): Grundfutteraufnahme und Grundfutterverdrängung bei Milchkühen. DLG-Information 2/1986. Frankfurt/M. : Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft. 8 pp

DLG - DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (2001): Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen. DLG-Information 1/2001, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG - DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (ed.) (2005) Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG/Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt/Main., 69 pp

DLG - DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (2008) Empfehlungen zur Sauen- und Ferkelfütterung. DLG-Information 1/2008. DLG-Verlag, Frankfurt/M., 55 pp

DÖHLER H, EURICH-MENDEN B, DÄMMGEN U, OSTERBURG B, LÜTTICH M, BERGSCHMIDT A, BERG W, BRUNSCH R (2002) BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahr 2010. Forschungsbericht 299 42 256/02. Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin

DÜNGEVERORDNUNG (2007) Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV). In der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S.221).

DWA - DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (ed.) (2004) Klärschlämme - Inhaltsstoffe und Bewertung. DWA, Hennef. 138 pp

EEA (2014) Non-methane volatile organic compounds (NMVOC) emissions (APE 004) - Assessment published Jan 2014. http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/eea-32-non-methane-volatile-1/assessment-4#toc-1

EEC – EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY (1986) Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Official Journal L 181 , 04/07/1986 P. 0006 – 0012 40

ELLIS JL, KEBREAB E, ODONGO NE, MCBRIDE BW, OKINE EK, FRANCE J (2007) Prediction of Methane Production from Dairy and Beef Cattle. J Dairy Sci 90, 3456-3466

EMEP (2007) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 5rd ed., Technical Report No 16/2007. http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5

EMEP (2009) -EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009, Technical Report No 6/2009. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009

EMEP (2013) -EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013, Technical Report No 12/2013. http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013

EURICH-MENDEN B, DÖHLER H, VAN DEN WEGHE H (2011) Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar – Teil : Geflügel und Mastschweine. Landtechnik 66, 60-63

FAUSTZAHLEN FÜR LANDWIRTSCHAFT UND GARTENBAU. 12th ed., Landwirtschaftsverlag, Münster, 1993

FELDHAUS L, SIEVERDING E (2007) Putenmast. 3rd edition, Ulmer, Stuttgart

FREIBAUER A (2003) Regionalised inventory of biogenic greenhouse gas emissions from European agriculture. European Journal of Agronomy 19(2), 135-160

GÄRTNER S, MÜNCH J, REINHARDT G, VOGT R (2008) Materialband: E. Ökobilanzen. In: BMU-Bericht „Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland“, FKZ: 0327544.

GAUGER T, DÄMMGEN U, VERMEULEN A, BLEEKER A, ERISMAN J-W, SCHAAP M, RÖSEMANN C; NAGEL H-D, SPRANGER T, KLIMONT Z (2006) Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Berichterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 2. Transmission und Deposition. Landbauforsch Völkenrode Spezial Issue 291, 11-19

GEFLÜGELJAHRBUCH (2005) Jahrbuch des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. und seiner Mitgliedsverbände. Ulmer, Stuttgart, 328 pp

GEHMAN AM, KONONOFF PJ, MULLINS CR, JANICEK BN (2008) Evaluation of nitrogen utilization and the effects of monensin in dairy cows fed Brown Midrib Corn silage. J Dairy Sci 91, 288-300

GERMAN STANDARD VDI 2450 PART 1 (1977) Messen von Emission, Transmission und Immission luftverunreinigender Stoffe. Begriffe, Definitionen, Erläuterungen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 4 pp

GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (1987) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 4. Schweine. Frankfurt/M., DLG

GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2000) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 7. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner 2000. Frankfurt/Main., DLG, 185 pp

GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2001) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Frankfurt/M., DLG, 135 pp

GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2006) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 10. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt/M., DLG, 247 pp

Haenel H-D, Dämmgen U (2007a) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 1. General considerations and pullets. Landbauforsch Völkenrode 57(4), 349-362

Haenel H-D, Dämmgen U (2007b) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 2. Laying hens. Landbauforsch Völkenrode Landbauforsch Völkenrode 57(4), 363-390

Haenel H-D, Dämmgen U (2009a) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 3a. Broilers. Fattening procedures and animal properties. Landbauforsch, 59(1), 61-86

Haenel H-D, Dämmgen U (2009b) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 3b. Broilers. Modelling using official statistical data. Landbauforsch 59(2), 87-104

Haenel H-D, Rösemann C, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Laubach P, Müller-Lindenlauf M, und Osterburg B (2010) Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008. Methods and Data (GAS-EM). Landbauforsch, Special Issue 334, 13 – 428

Haenel H-D, Dämmgen U, Laubach P, Rösemann C (2011a) Update of the calculation of metabolizable energy requirements for pigs in the German agricultural emission inventory. Landbauforsch 61(3), 217-228

Haenel H-D, Dämmgen U, Rösemann C (2011b) Estimating numbers of piglets, weaners and fattening pigs for the German agricultural emission inventory. Landbauforsch 61(3), 229-236

Haenel H-D, Rösemann C, Dämmgen U, Poddey E, Freibauer A, Döhler H, Eurich-Menden B, Wulf S, Dieterle M, Osterburg B (2012) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990–2010. Report on methods and data (RMD). Submission 2012. Landbauforsch, Special Issue 356, 394 pp

Haenel H-D, Rösemann C, Dämmgen U, Poddey E, Freibauer A, Wulf S, Eurich-Menden B, Döhler H, Schreiner C, Bauer B, Osterburg B (2014) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990–2012. Report on methods and data (RMD). Submission 2013. Thünen Rep 17, 348 pp

Haenel H-D, Wulf S (2014): Berechnung von CH_4-, N_2O- und NH_3-Emissionen durch Vergärung von Gülle, Mist und Energiepflanzen in der Emissionsberichterstattung ab 2015. Thünen-Institut, Braunschweig, und KTBL, Darmstadt. Unveröffentlichtes Manuskript.

Halle I (2002) Einfluss einer gestaffelten Supplementierung von Lysin und Methionin während der Aufzucht auf das Wachstum und auf Leistungsmerkmale der Hennen in der folgenden Legeperiode bei einer gestaffelten Protein- und Energieversorgung. Arch. Geflügelk. 66, 66-74

Halle I, Tzschentke B (2009) Ein Grad mehr kann viel bewirken. DGS Magazin 31/2009, Ulmer, Stuttgart, 28-32

Hartmann W, Heil G (1992) Amtliche Legeleistungsprüfung 1990/91: Zusammenfassende Auswertung. DGS Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 8/1992, Ulmer, Stuttgart, 219-229

Haus Düsse (2008) Bringen 7-Phasen-Futterkonzepte in der Putenmast Vorteile? Versuchsberichte 2008. http: //www.duesse.de/tierhaltung/gefluegel/versuche/puten/2008_7_phasen_putenmast.pdf [2011-05-05]

Heidecke C, Kreins P, Stonner R, Gömann H (2011) Global change impacts on agricultural land use in the Baltic Coastal Zones of Germany. In: Schernewski G, Hofstede J, Neumann T (eds): Global Change and Baltic Coastal Zones. Coastal Research Library. Springer, Dordrecht, The Netherlands. pp 71-89.

Heil G, Hartmann W (1993) Amtliche Legeleistungsprüfung 1991/92: Zusammenfassende Auswertung. DGS Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 8/1993, Ulmer, Stuttgart, 7-15

Heil G, Hartmann W (1994) Amtliche Legeleistungsprüfung 1992/93: Zusammenfassende Auswertung. DGS Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 8/1994, Ulmer, Stuttgart, 6-14

Heil G, Hartmann W (1995) Amtliche Legeleistungsprüfung 1993/94: Zusammenfassende Auswertung. DGS Magazin 13/1995, Ulmer, Stuttgart, 18-29

Heil G, Hartmann W (1996) Amtliche Legeleistungsprüfung 1994/95: Zusammenfassende Auswertung. DGS Magazin 18/1996, Ulmer, Stuttgart, 10-21

Heil G, Hartmann W (1997) Amtliche Legeleistungsprüfung 1995/96: Zusammenfassende Auswertung. DGS Magazin 36/1997, Ulmer, Stuttgart, 12-22

Heil G, Hartmann W (1998) Amtliche Legeleistungsprüfung 1996/97: Zusammenfassende Auswertung. DGS Magazin 40/1998, Ulmer, Stuttgart, 20-31

Heil G, Hartmann W (2000) Amtliche Legeleistungsprüfung 1997/99: Zusammenfassende Auswertung. DGS Magazin 9/2000, Ulmer, Stuttgart, 10-17

Henrichsmeyer W, Cypris Ch, Löhe W,Meuth M, Isermeyer F, Heinrich I, Schefski A, Neander E, Fasterding F, Neumann M, Nieberg H (1996) Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BMELF (94 HS 021), Bonn, Braunschweig

Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden
see Statistische Landesämter

Hiller P, Meyer A, Simon I, Stegemann J (2011) "Gesundes" Futterkonzept im Test. DGS Magazin 26/2011, Ulmer Stuttgart, 14-18

HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2005) Jahresagrarbericht 2005.

HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2006) Jahresagrarbericht 2006.

HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2007) Jahresagrarbericht 2007.
HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2008) Jahresagrarbericht 2008. http://www.hmulv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?uid=24607118-ff12-701b-e592-63b5005ae75d
HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2009) Jahresagrarbericht 2009.
HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2010) Jahresagrarbericht 2010.
HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2011) Jahresagrarbericht 2011. http://www.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=8527e1d18ef246c2c1d4d79017bb47ec [20.7.2011]
Hobbs PJ, Webb J, Mottram TT, Grant B, Misselbrook TM (2004) Emissions of volatile organic compounds originating from UK livestock agriculture. J Science of Food and Agriculture 84, 1414-1420
IGZ – Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Großbeeren/Erfurt (2007) Düngung im Freilandgemüsebau – Datenbasis für eine erfolgreiche Düngung im Freilandgemüsebau (2. Auflage). Berlin/Bonn. http://www.igzev.de/files/Dueng_im_FGB.pdf
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 3. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC WGI Technical Support Unit, Bracknell
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2000) Good Practice Guidance and Uncertainty Measurement in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories programme. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006a) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1 General Guidance and Reporting. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html
IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry (1993) Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry. 2nd ed., Blackwell, London, 160 pp
IUPAP – International Union of Pure and Applied Physics (1987) Symbols, Units, Nomenclature and Fundamental Constants in Physics. Physica 146A, 1-68
Jarvis SC, Pain BF (1994) Greenhouse gas emissions from intensive livestock systems: their estimation and technologies for reduction. Climatic Change 27, 27-38
Jeroch H, Dänicke S (2005) Faustzahlen zur Geflügelfütterung. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2006. Ulmer, Stuttgart, pp. 143-176
JGS-AnlagenV (1998). Verordnung zur Umsetzung von Artikel 4 und 5 der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. http://www.umwelt-online.de/recht/wasser/laender/nrw/jgs.htm [15 Sept 2015]
Jilg T (2009) Phasenfütterung in der intensiven Lämmermast. http: //www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1109109_l1/index1215773518694.html [2009-12-17]
Johnson HA, Baldwin RL (2008) Evaluating model predictions of partitioning nitrogen excretion using the dairy cow model, Molly. Animal Feed Sci Tech-nol 143, 104-126
Jungkunst H F, Freibauer A (2005) Overview on emissions observations in Europe. In: Leip A (ed.) N_2O emissions from agriculture. Report on the expert meeting on "Improving the quality for greenhouse gas inventories for N_2O emissions from agricultural soils" under the mandate of the working group on annual inventories, Climate Change Commettee, Joint Research Centre, 21-22 October 2004, Ispra. pp 48-54
Kasimir-Klemedtsson Å, Klemedtsson L (2002) A critical analysis of nitrous oxide emissions from animal manure. In: Petersen SO, Olesen JE (eds.) Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries. Proc international workshop Helsingør, Denmark, 24-25 January 2002. Danish Institute of Agricultural Sciences. DIAS report Plant Production no. 81, pp 107-121
Kebreab E, France J, Beever, DE, Castillo AR (2001) Nitrogen pollution by dairy cows and its mitigation by dietary manipulation. Nutr Cycl Agroecosyst 60, 275-285
Kebreab E, France J, Mills JA, Allison R, Dijkstra J (2002) A dynamic model of N metabolism in the lactating dairy cow and an assessment of N excretion on the environment. J Animal Sci 80, 248-259
Kirchgessner M, Roth F X, Schwarz F J, Stangl G I (2008) Tierernährung. 12. Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt a.M., 635 S.
Kirchgessner M, Windisch W, Müller HL (1994) Methane release from dairy cows and pigs. In: Aguilera JF (ed) Proc XIII Symp on energy metabolism of farm animals. EAAP Publ 76:399-402
König G, Brunda M, Puxbaum H, Hewitt CN, Duckham SC, Rudolph J (1995) Relative contribution of oxigenated hydrocarbons to the total biogenic VOC emissions of selected Mid-European agricultural and natural plant species. Atmospheric Environment 29, 861-874
Kruif A de, Mansfeld R, Hoedemaker M (2006): Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. Stuttgart: Enke, pg. 113
KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2004) Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. KTBL-Datensammlung. 19th ed., Darmstadt: KTBL, 573 pp
KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2005a) Faustzahlen für die Landwirtschaft. 13th ed., Darmstadt: KTBL, 1095 pp
KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2005b): Methodenaktualisierung für die Emissionsberechung 2003. F+E Vorhaben 203 412 53 des UFOPLAN 2003. Teilvorhaben 04: EF Landwirtschaft: Landwirtschaft – Ermittlung und Anpassung von Emissionsfaktoren (CRF 4). Abschlussbericht. KTBL, Darmstadt, 90 pp
KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2006a) Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. Methode zur Bewertung von Tierhaltungsanlagen hinsichtlich Umweltwirkungen und Tiergerechtheit. KTBL-Schrift 446, Darmstadt: KTBL, 778 pp
KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2006b) Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07. KTBL-Datensammlung. 20th ed., Darmstadt: KTBL, 672 pp

KTBL – KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (ed.) (2008) Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09. KTBL-Datensammlung. 21st ed., Darmstadt: KTBL, 752 pp

KTBL – KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (ed.) (2009) Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14th ed., Darmstadt: KTBL, 1179 pp

KTBL – KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2013a) Faustzahlen Biogas, 3. Auflage. KTBL, Darmstadt, 360 S.

KTBL – KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2013b) Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas http://daten.ktbl.de/biogas/navigation.do?selectedAction=Startseite#start

KTBL – KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (2014) Documentation on the generation of activity data on biogas for the National Inventory Report, Submission 2015 for 2013 (unpublished), Darmstadt, Germany.

LABER H (2005) Biologische N_2-Fixierung von Gemüseerbsen und –buschbohnen. In: Infodienst 02/2005 für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2005), 81-89.

LAMPE C, DITTERT K, SATTELMACHER B, WACHENDORF M, LOGES R, TAUBE F (2006) Sources and rates of nitrous oxide emissions from grazed grassland after application of ^{15}N-labelled mineral fertilizer and slurry. Soil Biol Biochem 38, 2602-2613

LANDESAMT FÜR DATENVERARBEITUNG UND STATISTIK NORDRHEIN-WESTFALEN, Düsseldorf
see Statistische Landesämter

LANDESBETRIEB FÜR DATENVERARBEITUNG UND STATISTIK BRANDENBURG, Potsdam (until 2006)
see Statistische Landesämter

LEBZIEN P, BRADE W, FLACHOWSKY G (2008) Der Milchharnstoffgehalt: Ein Indikator für die Energie- und Proteinversorgung, aber auch für die N-Emissionen in der Milcherzeugung. Übers Tierernährung 36, 59-74

LEIP A, DÄMMGEN U, KUIKMAN P, VAN AMSTEL A (2005) The quality of European (EU-15) greenhouse gas inventories from agriculture. Environmental Sciences 2, 177-192

LEPPELT T, DECHOW R, GEBBERT S, FREIBAUER A, LOHILA A, AUGUSTIN J, DRÖSLER M, FIEDLER S. GLATZEL S, HÖPER H, JÄRVEOJA J, LÆRKE PE, MALJANEN M, MANDER Ü, MÄKIRANTA P, MINKKINEN K, OJANEN P, REGINA K, STRÖMGREN M (2014) Nitrous oxide emission hotspots from organic soils in Europe. Biogeosciences Discuss., 11, 9135–9182

LFL – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (ed.) (2004a) Basisdaten für die Ermittlung des Düngebedarfs und Umsetzung der Düngeverordnung, Stand Dezember 2004. http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/10536/

LFL – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2004b) Futterberechnungen für Schweine. 14th ed. Freising. LfL. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_27.pdf [23.03.2011]

LFL – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2004c) Perspektiven, Strukturentwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der Ferkelerzeungung in Bayern. http://www.lfl.bayern.de/internet/stmlf/lfl/ilb/tier/05645/index.php

LFL – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006a) Basisdaten zur Berechnung des KULAP-Nährstoffsaldos 2006, Stand: August 2006. Tabelle 8: Nährstoffgehalte tierischer Produkte. http://www.alf-kf.bayern.de/pflanzenbau/linkurl_0_4_0_2.pdf [20.02.2013]

LFL – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2006b) Tabellen zum ILB-Internet-Beitrag „Ferkelerzeugung 2995/96: Rückgang in der Wirtschaftlichkeit trotz Leistungsprüfung“. http://www.lfl.bayern.de/ilb/tier/23602/linkurl_0_10.pdf [24.07.2007]

LFL – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (ed.) (2011) Gruber Tabellen zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Mastrinder, Schafe, Ziegen. 33th ed., Freising, LfL. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_36967.pdf [25.05.2011]

LINDERMAYER H (2010) Emissionsberichterstattungspflicht für Schweinehalter – Was kommt auf die Landwirte aus Sicht der Schweinefütterung zu? http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/27497_emissionsinventar.pdf [04.07.2013]

LIU X J, MOSIER A R, HALVORSON A, REULE C A, ZHANG F S (2007) Dinitrogen and N_2O emissions in arable soils: Effects of tillage, N source and soil mositure. Soil Biol. Biochem. 39, 2362-2370

LKV – LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN (2003) Fleischleistungsprüfung in Bayern. www.bayern.de/media/FLP-JAHRESBERICHT2003.pdf

LKV – LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN E. V. (2011) Fleischleistungsprüfung in Bayern 2011. http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Schweine/Schweinereport_2011.pdf [13.06.2012]

LKV – LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN E. V. (2012) Fleischleistungsprüfung in Bayern 2012. http://www.lkv.bayern.de/media/flp_jahresbericht2012.pdf [06.05.2013]

LKV – LANDESKURATORIUM DER ERZEUGERRINGE FÜR TIERISCHE VEREDELUNG IN BAYERN E. V. (2013) Fleischleistungsprüfung in Bayern 2013. http://www.lkv.bayern.de/media/flp_jahresbericht2013.pdf [31.03.2014]

LKV-SN – SÄCHSISCHER LANDESKONTROLLVERBAND E.V. (2012) Jahresbericht 2011. http://www.lkvsachsen.de/fileadmin/lkv/redaktion/download/administratives/verband/LKV_Jahresbericht_2011.pdf [07.05.2013]

LKV-SN – SÄCHSISCHER LANDESKONTROLLVERBAND E.V. (2013) Jahresbericht 2012. http://www.lkvsachsen.de/fileadmin/lkv/redaktion/download/administratives/verband/LKV_Jahresbericht_2012_WEB_01.PDF [07.05.2013]

LKV-SN – SÄCHSISCHER LANDESKONTROLLVERBAND E.V. (2014) Jahresbericht 2013. http://www.lkvsachsen.de/fileadmin/lkv/redaktion/news/aktuelles/Jahresbericht2013.pdf [30.06.2014]

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2005) Jahresbericht 2004. http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2006) Jahresbericht 2005. http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2007) Jahresbericht 2007. http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2008) Jahresbericht 2008. http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2009) Jahresbericht 2009. http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2010) Jahresbericht 2010. http://www.lkv-st.de/index.php?name=download&dlid=187 [20.07.2011]

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2011) Jahresbericht 2011. http://www.lkv-st.de/index.php?name=download&dlid=219 [13.06.2012]

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2012) Jahresbericht 2012. http://www.lkv-st.de/index.php?name=download&dlid=253 [07.05.2013]

LKV-ST – LANDESKONTROLLVERBAND FÜR LEISTUNGS- UND QUALITÄTSPRÜFUNG SACHSEN-ANHALT E.V. (2013) Jahresbericht 2013. http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7 [29.04.2014]

LSZ – LANDESANSTALT FÜR SCHWEINEZUCHT BOXBERG, Baden-Württemberg (2007) Kurzfassung Schweinereport Baden-Württemberg, Wirtschaftsjahr 2005/2006. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/ 1202507_l1/LSZ_Schweinereport%20Kurzfassung-07.pdf [24.07.2007]

LSZ – LANDESANSTALT FÜR SCHWEINEZUCHT BOXBERG, Baden-Württemberg (2008a) Erste Ergebnisse zur Schweinemast aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2007/2008. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/ 1232304_l1/LSZ_Schweinemast_Schweinereport_doc.pdf [17.06.2008]

LSZ – LANDESANSTALT FÜR SCHWEINEZUCHT BOXBERG, Baden-Württemberg (2008b) Erste Ergebnisse zur Ferkelerzeugung aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2007/2008. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/ 1233125_l1/LSZ_Ferkelerzeugung_Schweinereport.pdf [17.06.2008]

LSZ – LANDESANSTALT FÜR SCHWEINEZUCHT BOXBERG, Baden-Württemberg (2009a) Erste Ergebnisse zur Schweinemast aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2008/2009. http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1277103/index.pdf [17.05.2010]

LSZ – LANDESANSTALT FÜR SCHWEINEZUCHT BOXBERG, Baden-Württemberg (2009b) Erste Ergebnisse zur Ferkelerzeugung aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2008/2009. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1284923_l1/LSZ_Ferkelerzeugung_Schweinereport2009.pdf [17.05.2010]

LSZ – LANDESANSTALT FÜR SCHWEINEZUCHT BOXBERG, Baden-Württemberg (2010) Erste Ergebnisse zur Ferkelerzeugung aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2009/2010. https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/ 1313448_l1/LSZ_Teil%201_Ferkelerzeugung_Schweinereport2010%20biol.pdf [20.07.2011]

LWK-NI - LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2007) Düngeempfehlungen Stickstoff. Getreide, Raps, Hackfrüchte. http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/341/article/8200.html

LWK-NW - LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (2004 to 2011) Milchleistungsfutter im Test. Energetische Futterwert-prüfungen. <http://www.riswick.de/versuche/tierhaltung/futterwertpruefung/index.htm> [quoted 04.05.2012]

LWK-NW - LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN (2006) Verfahrenstechnik in der Broilermast. http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/ gefluegelhal-tung/management/broilermast.htm [15.03.2008]

LWK-SH – LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2010) Schweinereport 2010. http://www.lwksh.de/cms/fileadmin/user_upload/Downloads/Tier/Tier_2010/Schweinereport_2010.pdf [20.07.2011]

LWK-SH – LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2011) Schweinereport 2011. http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Schweine/Schweinereport_2011.pdf [13.06.2012]

LWK-SH – LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2012) Schweinereport 2012. http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Schweine/Schweinereport_2012.pdf [07.05.2013]

LWK-SH – LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2013) Schweinereport 2013. http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Schweine/Schweinereport_2013.pdf [29.04.2014]

MATHIEU O, LÉVÊQUE J, HÉNAULT C, MILLOUX M-J, BIZOUARD F, ANDREUX F (2006) Emissions and spational variabiliy of N_2O, N_2 and nitrous oxide mole fraction at the field scale, revealed with ^{15}N isotopic techniques. Soil Biol Biochem 38, 941-951

MAYER H, HOLST TH, BRUGGER U, KIRCHGÄSSNER A (2005) Trends der forstlich relevanten Klimavariablen Lufttemperatur und Nieder-schlag im Südwesten Deutschlands von 1950 bis 2000. Allg Forst Jagd Z 176, 45-56

MEG – MARKTINFO EIER UND GEFLÜGEL (ab 2009). MEG-Marktbilanz Eier und Geflügel. Ulmer, Stuttgart

MENKE A (2010) Futter für die Kälberaufzucht und Rindermast im Test. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. http://www.riswick.de/versuche/tierhaltung/futterwertpruefung/rindermastfutter-527.htm [13.01.2011]

MENKE A (2011) Milchleistungsfutter im Test. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. http://www.riswick.de/versuche/tierhaltung/futterwertpruefung/milchleistungsfutter-540.htm [26.05.2011]

MLUR-BB - MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (2002) Agrarbericht 2002. Bericht zur Lage der Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.mlur.brandenburg. de/cms/media.php/2320/agb_2002.pdf.

MLUR-BB - MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (2007) Agrarbericht 2007. Bericht zur Lage der Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.mluv.brandenburg.de/ cms/media.php/2320/agb_2007.pdf

MLUV-BB – MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BRANDENBURG (2005) Agrarbericht 2005 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2005.pdf

MLUV-BB – MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BRANDENBURG (2006) Agrarbericht 2006 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2006.pdf

MLUV-BB – MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BRANDENBURG (2007) Agrarbericht 2007 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2007.pdf

MLUV-BB – MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BRANDENBURG (2008) Agrarbericht 2008 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2008.pdf

MONTEITH JL (1984) Consistency and convenience in the choice of units for agricultural science. Expl Agric 20, 105-117

MONTENY GJ, ERISMAN JW (1999) Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of meaasurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. Netherlands J Agric Sci 46, 225-247

MOSIER AR, GUENZI WD, SCHWEIZER EE (1986) Soil losses of Dinitrogen and Nitrous Oxide from Irrigated Crops in Northeastern Colorado. Soil Sci Soc Amer J 50, 344-347

MUNLV - MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2001) Abfälle aus Kläranlagen in Nordrhein-Westfalen. Teil B. Klärschlammentsorgung in Europa. Berichte zur Umwelt. Bereich Abfall vol. 6. 374 pp

NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK, HANNOVER
see Statistische Landesämter

NIR 2009 – National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2007, Federal Environment Agency (Umweltbundesamt), Dessau, Germany, May 2009, pp 565

NIR 2011 – National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2009, Federal Environment Agency (Umweltbundesamt), Dessau, Germany, May 2011, pp 770

NMELF – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN. TIERPRODUKTION IN NIEDERSACHSEN. Annual reports. http://edok.ahb.niedersachsen.de/07/365398365.htm

OFFERMANN F, DEBLITZ C, GOLLA B, GÖMANN H, HAENEL H-D, KLEINHANß W, KREINS P, VON LEDEBUR O, OSTERBURG B, PELIKAN J, RÖDER N, RÖSEMANN C, SALAMON P, SANDERS J, DE WITTE T (2014) Thünen-Baseline 2013 – 2023: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Thünen Report 19, pp 112

OSTERBURG B, DÄMMGEN U (2009) Annahmen für die Prognose der Gasemissionenen aus der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2010, 2015 und 2020. In: Dämmgen U (ed) (2009) Calculations of emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007. vTI Agricultural and Forestry Research, Special Issue 324, 397-410

OURA N, SHINDO J, FUMOTO T, TODA H, KAWASHIMA H (2001) Effects of nitrogen deposition on nitrous oxide from the forest floor. Water Air Soil Pollut 130, 673-687

PENNSTATE COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES (2011) Calf Rumen Images. http://www.das.psu.edu/research-extension/dairy/nutrition/calves/rumen [15.02.2011]

PETERSEN J (1993) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1994. Ulmer, Stuttgart, pp. 160-173

PETERSEN J (1994) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1995. Ulmer, Stuttgart, p. 164

PETERSEN J (1995) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1996. Ulmer, Stuttgart, p. 181

PETERSEN J (1996) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1997. Ulmer, Stuttgart, pp. 176-191

PETERSEN J (1997) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1998. Ulmer, Stuttgart, p. 192

PETERSEN J (1998) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1999. Ulmer, Stuttgart, p. 193

PETERSEN J (1999) Faustzahlen zur Betriebwirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2000. Ulmer, Stuttgart, pp. 186-200

POULSEN HG, KRISTENSEN VF (1998) Standard Values for Farm Manure. A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure. DIAS report 7. Danish Institute of Agricultural Sciences, Foulum. 160 pp.

PTB – PHYSIKALISCHE-TECHNISCHE BUNDESANSTALT (2007) Themenschwerpunkt: Das Internationale Einheitensystem (SI). PTB-Mitteilungen, Fachorgan für Wirtschaft und Wissenschaft, Amts- und Mitteilungsblatt der PTB Braunschweig und Berlin. Sonderdruck aus 117. Jahrgang, Heft 2, Juni 2007. http://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/DasInternationaleEinheitensystem.pdf

RAMIRAN – RECYCLING AGRICULTURAL, MUNICIPAL AND INDUSTRIAL RESIDUES IN AGRICULTURE NETWORK (2003) Glossary of terms on livestock manure management 2003. http://www.ramiran.net/DOC/Glossary2003.pdf

REIDY B, DÄMMGEN U, DÖHLER H, EURICH-MENDEN B, HUTCHINGS NJ, LUESINK HH, MENZI H, MISSELBROOK TH, MONTENY G-J, WEBB J (2008) Comparison of models used for the calculation of national NH_3 emission inventories from agriculture: liquid manure systems. Atmospheric Environment 42, 3452-3467

REIFSNYDER WE, MCNAUGHTON KG, MILFORD JR (1991) Symbols, units, notation. A statement of journal policy. Agric Forest Meteorol 54, 389-397

RHG – RAIFFEISEN HAUPTGENOSSENSCHAFT HANNOVER (2006) Geflügel-Mischfutter Sackwaren-Programm mit Einsatzempfehlung. http://www.rhg-hannover.de/pdf/futtermittel/gefluegelfutterflyer.pdf [12.10.2006]

ROLSTON DE, HOFFMAN DL, TOY DW (1978) Field measurment of denitrification: I. Flux of N_2 and N_2O- Soil Sci Soc Amer J 42, 863-869

ROM HB, SORENSEN CG (2001) Sustainable Handling and Utilisation of Livestock Manure from Animals to Plants. Proceedings, NJF-Seminar no. 320, Denmark, 16-19 January 2001. DIAS report Animal Husbandry no. 21. http://www.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/djfhd21.pdf

RÖSEMANN C, HAENEL H-D, PODDEY E, DÄMMGEN U, DÖHLER H, EURICH-MENDEN B, LAUBACH P, DIETERLE M, UND OSTERBURG B (2011) Calculations of gaseous and particulate emissions from German Agriculture 1990 – 2009. Landbauforsch, Special Issue 342, pp 389

RÖSEMANN C, HAENEL H-D, DÄMMGEN U, PODDEY E, WULF S, EURICH-MENDEN B, DÖHLER H, SCHREINER C, BAUER B UND OSTERBURG B (2013) Calculations of gaseous and particulate emissions from German Agriculture 1990 – 2011. Thünen Report 1, pp 386

ROTH U, DÖHLER H, HARTMANN S, WULF S (2011) Treibhausgasbilanzen und CO2eq-Vermeindungskosten landwirtschaftlicher Biogasanlagen. In: Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven. KTBL-Schrift 488, Darmstadt, 196-208

RUDAZ AO, WÄLTI E, KYBURZ G, LEHMANN P, FUHRER J (1999) Temporal variation in N_2O and N_2 fluxes from a permanent pasture in Switzerland in relation to management, soil water content and temperature. Agriculture Ecosystems Environment 73, 83-91

SCHEFTELOWITZ (2014) Persönliche Mitteilung an KTBL. Auszug aus der DBFZ-Biogasanlagendatenbank. DBFZ, Leipzig

SCHOLZ A, ZACHARIAS B (2008) Schweinereport Baden-Württemberg 2006/2007. Landinfo 1/2008. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1220152/landinfo_Schweinereport%20(Scholz,%20Dr.%20Zacharias).pdf

SCHULTHEIß U, KLAGES-HABERKERN S, DÖHLER H (2000) Auswirkungen rechtlicher Regelungen auf die landbauliche Verwertung von Sekundärrohstoffdüngern, insbesondere Klärschlamm. KTBL, Darmstadt

SEGGER V (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd) (2005a) Ferkelproduktion in Süddeutschland – Chancen und Grenzen aus betriebswirtschaftlicher Sicht. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1187451_l1/Ferkelproduktion_in_%20Suedd_kurz_051125.pdf

SEGGER V (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd) (2005b) Schweinemast in Süddeutschland – Chancen und Risiken. http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1187452/Schweinemast_in_Sueddeutschl_kurz_291105.pdf

SESKEVICIENE J, JANKOWSKI J, KOZLOWSKI S (2005) Effect of probiotic preparation and phytogeneous feed additive on digestibility of nutrients, metabolizibility of gross energy and content of metabolizable energy of a practical feed ration for fattening turkeys. Arch. Geflugelkd. 69:107-109.

SIMON I, STEGEMANN J (2009) Mit Weizen die Futterkosten senken. DGS Magazin 45/2009, Ulmer, Stuttgart, 38-42

SLL – SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2004). Sächsischer Tierzuchtreport 2003. http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/9203.htm

SMIL V (1999) Nitrogen in crop production: An account of global flows. Global Biogeochem Cycles 13, 647-662

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2000). Sächsischer Agrarbericht 2000. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/3_erzeugung_und_vermarktung.pdf

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2002). Sächsischer Agrarbericht 2002. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/agrarbericht_2002.pdf

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2003). Sächsischer Agrarbericht 2003. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/Agrarbericht_2003_2_MB.pdf

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2005). Sächsischer Agrarbericht 2004 http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/pdf_agrarbericht2004.pdf

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2007). Sächsischer Agrarbericht 2006 https://publikationen.sachsen.de/bdb/showDetails.do?id=9223

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2008). Schweine-Report 2007 http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3965_1.pdf

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2009). Schweine-Report 2008 http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/4560_1.pdf

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (2010). Agrarbericht in Zahlen 2010. https://publikationen.sachsen.de/bdb/showDetails.do?id=4303100

SMUL – STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, SACHSEN (20012). Tierzuchtreport 2012 https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14730/documents/17599 [13.06.2012]

SNEATH RW, CHADWICK DR , PHILLIPS VR, PAIN BF (1997). A UK inventory of nitrous oxide emissions from farmed livestock. Commissions WA 0604 and WA 0605, SRI/IGER, May 1997.

SOMMER SG (2001): Effect of composting on nutrient loss and nitrogen availability of cattle deep litter. European Journal of Agronomy 14, 123-133

SPIEKERS H (2002): Empfehlungen zur Fütterung der Hochleistungskuh in den Phasen Laktationsende, Trockenstehzeit und Laktationsbeginn. 29. Viehwirtschaftliche Tagung, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein 2002, pg. 3

STATBA FS3 R 3 - Statistisches Bundesamt (annual reports). Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 3: Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung 1993. Metzler-Poeschel, Stuttgart

STATBA FS3 R 4 - Statistisches Bundesamt. Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung (annual reports). Wiesbaden : Statistisches Bundesamt

STATBA FS3 R 4.1 - Statistisches Bundesamt. Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 4.1: Rinder und Schafbestand (annual reports). Wiesbaden : Statistisches Bundesamt

STATBA FS3 R 4.2.1 - Statistisches Bundesamt (annual reports). Fachserie 3 Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

STATBA FS3 R 4.2.2 - Statistisches Bundesamt (annual reports). Fachserie 3 Reihe 4.2.2 Milcherzeugung und –verwendung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

STATBA FS4 R 8.2 - Statistisches Bundesamt (annual reports). Fachserie 4 Reihe 8.2 Düngemittelversorgung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

STATISTISCHE LANDESÄMTER

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Hamburg and Kiel

Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin

Statistisches Amt Saarland, Saarbrücken
Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart
Statistisches Landesamt Berlin, Berlin (until 2006)
Statistisches Landesamt Bremen, Bremen
Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Kamenz
Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems
Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle/Saale
Reihen (published in 19XX or 20XX) by Statistische Landesämter
Reihe C III 2-j/XX Schlachtungen und Fleischerzeugung
Reihe C III 3-j/XX Milcherzeugung
Reihe C III 6-j/XX Brut und Schlachtungen von Geflügel
Reihe C III 7-j/XX Legehennenhaltung und Eiererzeugung
Reihe C III-1-j/XX Viehbestand
Reihe C II-j/XX Ernteberichterstattung und Feldfrüchte
Reihe C I-j/XX: Bodennutzung

STATISTISCHES BUNDESAMT (2014) GENESIS Online-Datenbank. https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon

STEHFEST E, BOUWMAN L (2006) N_2O and NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation: summarizing available measurement data and modelling of global emissions. Nutr. Cyl. Agroecosyst. 74, 207-228

STEVENS RJ, LAUGHLIN RJ (1998) Measurement of nitrous oxide and di-nitrogen emissions from agricultural soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems 52, 131-139

STMELF - BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (o.J.): HI-Tier – Datenbank. http://www.hi-tier.de/zdb-adress.html

STREITZ E (2008) Die Reserven aufspüren. DGS Magazin 5/2008, Ulmer, Stuttgart, 10-14

THMLNU – THÜRINGISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (2002) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2002 (Berichtsjahr 2001). http://www.tll.de/agb01/pdf/agb02-2.pdf

THMLNU – THÜRINGISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (2003) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2003 (Berichtsjahr 2002). http://www.tll.de/agb03/pdf/agb03_1.pdf

THMLNU – THÜRINGISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (2005) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2003 (Berichtsjahr 2002). http://www.tll.de/agb05pdf/agb052pdf

THMLNU – THÜRINGISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (2006) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2006 (Berichtsjahr 2005). http://www.tll.de/agb06/pdf/agb06.pdf

THMLNU – THÜRINGISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (2007) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2007 (Berichtsjahr 2006). http://www.tll.de/agb07/pdf/agb07.pdf

THMLNU – THÜRINGISCHES MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (2009) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2009 (Berichtsjahre 2007 und 2008). http://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1013.pdf

THÜRINGER LANDESAMT FÜR STATISTIK, Erfurt
see Statistische Landesämter

THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2012) Merkblatt "Eigenschaften von Biogasgülle". http://www.db-thueringen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-26323/bwx21012.pdf [10 June 2013]

TLL – THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2011): Entwicklung der Tierzucht in Thüringen, Berichtsjahr 2010. Schriftenreihe Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen, Heft 4/2011. http://www.tll.de/ainfo/pdf/tzb_0611.pdf

TMLFUN – THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN, UMWELT UND NATURSCHUTZ (2011) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2011 (Berichtsjahre 2009 - 2010). http://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1232.pdf [13 June 2012]

TÜLLER R (1989) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1990. Ulmer, Stuttgart, pp. 54-56

TÜLLER R (1999) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2000. Ulmer, Stuttgart, pp. 120-135

UBA – UMWELTBUNDESAMT (2008) Deutsches Treibhausgasinventar 1990 – 2006. Nationaler Inventarbericht 2008. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Umweltbundesamt, Berlin. 534 pp.

UBA – UMWELTBUNDESAMT (2010): Qualitätssystem Emissionsinventare. Handbuch zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung bei der Erstellung von Emissionsinventaren und der Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen sowie der EU-Entscheidung 280/2004/EG, Dessau. Stand 16.09.2010.

UFOP – UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN (2004) Anbauratgeber Süßlupine. UFOP-Praxisinformationen. www.ufop.de/downloads/Praxisinfo_blaueSuesslupine.pdf

UNECE (1991). Protocol to the 1979 Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution Concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds or Their Transboundary Fluxes. www.unece.org/env/lrtap/full%20text/1991.VOC.e.pdf

UNECE (1999) V. Guidance document on control techniques for preventing and abating emissions of ammonia. Seventeenth session, Gothenburg (Sweden), 29 - 3 Dec 1999, EB.AIR/1999/2

UNFCCC – UNITED NATIONS Framework Convention on Climate Change (2013): National Inventory Submissions 2012. http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php [18 Febr 2014]

UNFCCC – UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (2009) Report of the individual review of the greenhouse gas inventories of Germany submitted in 2007 and 2008. http://unfccc.int/documentation/documents/advanced_search/items/3594.php?rec=j&priref=600005219#beg

URSELMANS AND DAMME (2011) Deutliche Leistungsunterschiede zwischen den Genotypen. 8. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. DGS Magazin 1/2011, Ulmer, Stuttgart, 23-30

URSELMANS AND DAMME (2012) Deutliche Unterschiede. 9. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden. DGS Magazin 18/2012, Ulmer, Stuttgart, 10-16

VAN CLEEMPUT O (1998) Subsoils: chemo- and biological denitrification, N_2O and N_2 emissions. Nutrient Cycling Agroecosystems 52, 187-194

VANDRÉ R, WULF S, HÄUßERMANN U, HORLACHER, D (2012) N_2O emissions from solid manure storage. Calculation of a national emission factor. Association for Technology and Structures in Agriculture (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL). Darmstadt, pp 15

VAN ES AJH (1975) Feed evaluation for dairy cows. Livest Prod Sci 2, 95-107

VERMOESEN A, VAN CLEEMPUT O, HOFMAN G (1996) Long-term measurements of N_2O emissions. Energy Convers Management 6-8, 1279-1284

VERSUCHSWESEN PFLANZENBAU RHEINLAND-PFALZ (2005) Versuchsbericht Körnerleguminosen 2005. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum. Bericht 6 / 2005. Bad Kreuznach: Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum. 44 pp

VTI - JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT (2012): Ausführungsbestimmung zur Erstellung von Emissions- und Kohlenstoffinventaren und deren Qualitätsmanagement für den Bereich der Quellgruppen 4 und 5. Anlage zum Konzept Emissions- und Kohlenstoffinventare im nachgeordneten Bereich des BMELV vom 01.03.2012. Version 1.01, Stand vom 31.08.2012

WALENZIK G (1996) Auswirkungen von Bodenverdichtungen durch landwirtschaftliche Nutzung auf die N_2- und N_2O-Emissionen aus dem Boden. PhD Thesis Universität Hannover, Fachbereich Gartenbau, 130 pp

WEIER KL, MACRAE IC, MYERS RJK (1993) Denitrification in a clay soil under pasture and annual ctop: estimation of potential losses using intact soil cores. Soil Biol Biochem 25, 991-997

WEIß J (2010) Grundfutterleistung einheitlich berechnen. http: //www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/grundfutter.pdf [29.06.2010]

WEINGARTEN P (1995) Das „Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland“ (RAUMIS). Ber Landwirtschaft 73, 272-302

WHG (2010): Wasserhaushaltsgesetz – Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes. http://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/BJNR258510009.html#BJNR258510009BJNG000100000 [15 Sept 2014]

WIEDMANN S, DAMME K (2008) Klare Unterscheide in der Leistung. DGS Magazin 9/2008, Ulmer, Stuttgart, 24-34

ZDS – ZENTRALVERBAND DER DEUTSCHEN SCHWEINEPRODUKTION E.V. (1991 to 2012) Zahlen aus der Deutschen Schweineproduktion. Annual reports. ZDS, Bonn

ZMB – ZENTRALE MILCHMARKT BERICHTERSTATTUNG GMBH (2009). ZMB-Jahrbuch Milch. ZMB, Berlin

ZMP – ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH (1990 to 2008).Eier und Geflügel. Annual reports. ZMP, Bonn

ZMP – ZENTRALE MARKT- UND PREISBERICHTSTELLE FÜR ERZEUGNISSE DER LAND-, FORST- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT GMBH (1990 to 2008). Milch. Annual reports. ZMP, Bonn

Thünen Report

Bereits in dieser Reihe erschienene Hefte – *Volumes already published in this series*

5	Bernhard Forstner und Andreas Tietz **Kapitalbeteiligung nichtlandwirtschaftlicher und überregional ausgerichteter Investoren an landwirtschaftlichen Unternehmen in Deutschland**
6	Janina Krug **Perspektiven ackerbaulicher Grenzstandorte in Nordostdeutschland – Übertragbarkeit extensiver Produktionssysteme überseeischer Trockenstandorte**
7	M. Liesebach, B. Degen, H. Grotehusmann, A. Janßen, M. Konnert, H.-M. Rau, R. Schirmer, D. Schneck, V. Schneck, W. Steiner, H. Wolf **Strategie zur mittel- und langfristigen Versorgung mit hochwertigem forstlichem Vermehrungsgut durch Züchtung in Deutschland**
8	Kurt-Jürgen Hülsbergen, Gerold Rahmann (Hrsg.) **Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme - Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben**
9	Holger Weimar und Dominik Jochem (Hrsg.) **Holzverwendung im Bauwesen – Eine Marktstudie im Rahmen der „Charta für Holz“**
10	Horst Gömann, Thomas de Witte, Günter Peter, Andreas Tietz **Auswirkungen der Biogaserzeugung auf die Landwirtschaft**
11	Bernhard Osterburg, Sebastian Rüter, Annette Freibauer, Thomas de Witte, Peter Elsasser, Stephanie Kätsch, Bettina Leischner, Hans Marten Paulsen, Joachim Rock, Norbert Röder, Jürn Sanders, Jörg Schweinle, Johanna Steuk, Heinz Stichnothe, Wolfgang Stümer, Johannes Welling, Anne Wolff **Handlungsoptionen für den Klimaschutz in der deutschen Agrar- und Forstwirtschaft**
12	Heinrich Becker und Andrea Moser **Jugend in ländlichen Räumen zwischen Bleiben und Abwandern – Lebenssituation und Zukunftspläne von Jugendlichen in sechs Regionen in Deutschland**
13	Bernhard Osterburg, Stephanie Kätsch und Anne Wolff **Szenarioanalysen zur Minderung von Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2050**
14	Philipp Adämmer, Martin T. Bohl und Ernst-Oliver von Ledebur **Die Bedeutung von Agrarterminmärkten als Absicherungsinstrument für die deutsche Landwirtschaft**
15	Simon Walther **Determinants of competitiveness of agriholdings and independent farms in Ukrainian arable production**
16	Nicole Wellbrock, Andreas Bolte et al. **Kohlenstoff- und Nährelementspeicherung von Waldflächen des forstlichen Umweltmonitorings (BZE) in Rheinland-Pfalz**
17	Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Ulrich Dämmgen, Eike Poddey, Annette Freibauer, Sebastian Wulf, Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler, Carsten Schreiner, Beate Bauer und Bernhard Osterburg **Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2012** **Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2012**

18	Patrick Küpper, Stefan Kundolf und Anne Margarian **Neue Beteiligungs- und Steuerungsprozesse in der ländlichen Entwicklung**
19	Frank Offermann, Claus Deblitz, Burkhard Golla, Horst Gömann, Hans-Dieter Haenel, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Norbert Röder, Claus Rösemann, Petra Salamon, Jürn Sanders, Thomas de Witte **Thünen-Baseline 2013 – 2023: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland**
20	Gerald Rahmann und Uygun Aksoy (Eds.) **Building Organic Bridges – Volume 1: Argentina – France** **Building Organic Bridges – Volume 2: Germany – India** **Building Organic Bridges – Volume 3: Indonesia – Sri Lanka** **Building Organic Bridges – Volume 4: Sweden – Viet Nam**
21	Claudia Heidecke, Ulrike Hirt, Peter Kreins, Petra Kuhr, Ralf Kunkel, Judith Mahnkopf, Michael Schott, Björn Tetzlaff, Markus Venohr, Andrea Wagner und Frank Wendland Endbericht zum Forschungsprojekt **„Entwicklung eines Instrumentes für ein flussgebietsweites Nährstoffmanagement in der Flussgebietseinheit Weser“** **AGRUM^{+}-Weser**
22	Walter Dirksmeyer, Ludwig Theuvsen und Maike Kayser (Hrsg.) **Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie –** Tagungsband zum 1. Symposium für Ökonomie im Gartenbau
23	Karsten Mohr, Jerzy Suda, Hans Kros, Christian Brümmer, Werner L. Kutsch, Miriam Hurkuck, Elisabeth Woesner, Wim Wesseling **Atmosphärische Stickstoffeinträge in Hochmoore Nordwestdeutschlands und Möglichkeiten ihrer Reduzierung – eine Fallstudie aus einer landwirtschaftlich intensiv genutzten Region**
24	Raphael Albrecht **Ein Ansatz zur Abschätzung der interregionalen Wettbewerbsfähigkeit der Zuckerrübenproduktion – am Beispiel ausgewählter europäischer Regionen**
25	Ute Petersen, Hans-Joachim Weigel **Klimaresilienz durch Agrobiodiversität?** Literaturstudie zum Zusammenhang zwischen Elementen der Agrobiodiversität und der Empfindlichkeit von landwirtschaftlichen Produktionssystemen gegenüber dem Klimawandel
26	Mirko Liesebach (Hrsg.) **FastWOOD II: Züchtung schnellwachsender Baumarten für die Produktion nachwachsender Rohstoffe im Kurzumtrieb –** Erkenntnisse aus 6 Jahren FastWOOD
27	Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel, Ulrich Dämmgen, Annette Freibauer, Sebastian Wulf, Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler, Carsten Schreiner, Beate Bauer, Bernhard Osterburg **Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2013** **Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2013**

THÜNEN

Thünen Report 27

Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2013

Report on methods and data (RMD) Submission 2015 (incl. tables)

Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 - 2013

Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2015 (inkl. Tabellen)

Claus Rösemann et al., 2015

Der Tabellenteil im Excel-Format ist verfügbar unter:
http://www.ti.bund.de/de/ak/arbeitsbereiche/emissionsinventare/
The table part in the Excel format is available under:
http://www.ti.bund.de/de/ak/arbeitsbereiche/emissionsinventare/

THÜNEN

Thünen Report 27

Herausgeber/Redaktionsanschrift

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

www.ti.bund.de

ISBN 978-3-86576-132-3