

Landbauforschung
*vTI Agriculture and
Forestry Research*

Sonderheft 324
Special Issue

**Calculations of emission from
German agriculture -**
National Emission Inventory Report (NIR)
2009 for 2007

**Berechnungen der Emissionen aus
der deutschen Landwirtschaft -**
Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für
2007

Ulrich Dämmgen

***Bibliographic information published by
the German National Library***

*The German National Library lists this
publication in the German National
Bibliography; detailed bibliographic data
are available in the internet at
<http://www.d-nb.de/>*

***Bibliografische Information
der Deutschen Bibliothek***

*Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese
Publikation in der Deutschen Nationalbiblio-
grafie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über <http://www.d-nb.de/>
abrufbar.*



2009

Landbauforschung
***vTI Agriculture and
Forestry Research***

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Federal Research Institute for Rural Areas,
Forestry and Fisheries,

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für
Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI)
Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig,
Germany

Responsibility for the content rests
exclusively with the authors.

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

landbauforschung@vti.bund.de
www.vti.bund.de

Preis / Price 8 €

ISSN 0376-0723
ISBN 978-3-86576-049-4

Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007
Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007

Table of contents / Inhaltsübersicht

Volume 1 (this volume) / Band 1 (dieser Band)

Herausforderungen der Emissionsberichterstattung für die Bundesrepublik Deutschland — Stand und Anforderungen an die Berechnung land- und forstwirtschaftlicher Emissionen <i>Michael Strogies</i>	1
Structure of the report and improvements in the report 2009 for 2007 Berichtsaufbau und –verbesserungen im Bericht 2009 für 2007 <i>Ulrich Dämmgen</i>	5
Methods and Data (GAS-EM) Methoden und Daten (GAS-EM) <i>Ulrich Dämmgen, Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Jürgen Conrad, Manfred Lüttich, Helmut Döhler, Brigitte Eurich-Menden, Petra Laubach, Maria Müller-Lindenlauf and Bernhard Osterburg</i>	9
Aspects of quality assurance: Internal documentation and archiving – a progress report Qualitätssicherungsaspekte: innere Dokumentation und Archivierung – ein Fortschrittsbericht <i>Ulrich Dämmgen, Brigitte Eurich-Menden and Helmut Döhler</i>	387
Annahmen für die Prognose der Gasemissionen aus der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2010, 2015 und 2020 <i>Bernhard Osterburg und Ulrich Dämmgen</i>	397

Volume 2 (Tables) / Band 2 (Tabellen)

Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007

Tables

Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007

Tabellen

Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Ulrich Dämmgen, Jürgen Conrad, Manfred Lüttich, Helmut Döhler, Brigitte Eurich-Menden, Petra Laubach, Maria Müller-Lindenlauf and Bernhard Osterburg

Herausforderungen der Emissionsberichterstattung für die Bundesrepublik Deutschland — Stand und Anforderungen an die Berechnung land- und forstwirtschaftlicher Emissionen

Michael Strogies

Umweltbundesamt, Fachgebiet I 4.6 "Emissionssituation", Nationale Koordinierungsstelle der Emissionsberichterstattung
Postfach 1406, 06813 DESSAU, Germany

Deutschland ist auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene und aus verschiedenen Zielsetzungen heraus Verpflichtungen zur Emissionsminderung für Luftschadstoffen eingegangen. Hierzu gehören u.a. im Rahmen der Vereinten Nationen die Konventionen zur Vermeidung und Verminderung weitreichender grenzüberschreitender Luftverunreinigungen (UNECE CLRTAP¹ mit seinen inzwischen acht Protokollen), die Klimarahmenkonvention (UNFCCC²) und das Kyoto-Protokoll sowie im europäischen Kontext die Richtlinien zur Einhaltung nationaler Emissionsobergrenzen (NEC³, befindet sich gegenwärtig in Überarbeitung) sowie der europäische Beobachtungsmechanismus für Treibhausgasemissionen und die Umsetzung des Kyoto-Protokolls⁴. Neben diesen Verpflichtungen, aus denen sich die Notwendigkeit zur Berechnung quellgruppenspezifischer nationaler Gesamtemissionen⁵ ableitet, bestehen weitere Verpflichtungen zur Berichterstattung von anlagenbezogenen Emissionsdaten. Hierfür sind die europäischen Regelungen für Großfeuerungsanlagen, das europäische Schadstoffregister EPER⁶ und das zukünftig zu

errichtende Schadstoffregister PRTR⁷ zu nennen. Die Zielstellungen bei der Verabschiedung der vorgenannten internationalen Regelungen sind:

- Vermeidung bzw. Verminderung der Effekte der Klimaänderung
- Schutz 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
- Öffentlichkeitsinformation

Zur Kontrolle der eingegangenen Verpflichtungen ist eine zeitnahe Erfassung, Bewertung, Berechnung, Dokumentation und Berichterstattung der jeweiligen Emissionsfrachten gefordert. Im Regelfall ist spätestens nach Ablauf eines Jahres über die Emissionsdaten und -inventare zu berichten.

Gleichzeitig sind insbesondere durch das im Februar 2005 in Kraft getretene Kyoto-Protokoll Verknüpfungen zwischen umweltstrategischen Zielen und flexiblen ökonomischen Instrumenten (Emissionshandel sowie gemeinsame Projekte mit Entwicklungsländern bzw. entwickelten Industrienationen) zu deren Zielerreichung vereinbart worden. Durch die damit erfolgte ökonomische und monetäre Bewertung der Emissionen werden weitere sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Emissionsermittlung gestellt. Diese sind durch die Forderung nach Transparenz der Ermittlung und Berichterstattung, Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen anderer Länder, Konsistenz der zu berichtenden Zeitreihen, Vollständigkeit der Einbeziehung aller Quellen und Senken in das Inventar sowie Genauigkeit der Emissionsergebnisse zu charakterisieren. Genügte vor wenigen Jahren noch die Angaben zu aggregierten Emissionsfrachten, so

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

² UN Framework Convention on Climate Change aus dem Jahr 1992 – daraus abgeleitet das Kyoto Protocol on the reduction of greenhouse gas emissions of CO₂, CH₄, N₂O, HFC's, PFC's and SF₆ – Siehe auch: <http://unfccc.int>

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

⁴ Decision No 280/2004/EC of the European Parliament and of the Council concerning a mechanism for monitoring Community greenhouse gas emissions and for implementing the Kyoto Protocol, Official Journal of the European Union. L 49/1, 19.2.2004 L 49/1

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

⁶ EPER: Commission Decision of 17 July 2000 on the implementation of a European pollutant emission register (EPER) according to Article 15 of Council Directive 96/61/EC concerning integrated pollution prevention and control (IPPC) – Siehe auch: <http://www.eper.de/start.htm>

⁷ PRTR: UNECE Protocol on Pollutant release and transfer registers vom 21. Mai 2003 – Siehe auch: <http://www.prtr.de>

sind jetzt die aus den vorgenannten Anforderungen abgeleiteten Aspekte der Berichterstattung zu sichern:

- Dokumentation der Quellen aller verwendeten Daten, Modelle und Berechnungsverfahren,
- detaillierte Verfahrensbeschreibungen durch einen Nationalen Inventarbericht,
- Angabe der Fehlerbandbreiten für die verwendeten Daten und Parameter sowie für die berechneten Emissionsfrachten,
- Sicherstellung eines Qualitätsmanagements über den gesamten Prozess der Datenerhebung, Berechnung und Berichterstattung der Emissionsinventare
- jährliche Überprüfung der Emissionsinventare (Berechnungsgrundlagen, Datenflüsse, Methoden und Ergebnisse) durch internationale Experten und zentrale statistische Analysen
- Archivierung aller Informationen

Hierdurch entstanden völlig neue Anforderungen an den Grad der methodischen und institutionellen Vernetzung aller Prozeduren und Aktivitäten, die zur Berechnung der Emissionsinventare notwendig sind. Das Kyoto-Protokoll fordert aus diesem Grund mit seinem Artikel 5.1 die Bildung eines nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung. Dieses sichert in einer Art Netzwerkverbund, dass der beste national verfügbare Sachverstand institutions- und ressortübergreifend in die Berechnung und Berichterstattung zu den Emissionen einbezogen ist..

Hieraus ergaben sich direkt neue Anforderungen an die Zusammenarbeit des Umweltressorts – hier werden die Arbeiten zur Emissionsberichterstattung federführend durch das Umweltbundesamt koordiniert – mit den anderen für Teilbereiche oder Quellgruppen zuständigen Bundesministerien (Wirtschaft, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft...) einschließlich der ihnen nachgeordneten Behörden. Diese Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten wurden durch ein Grundsatzpapier⁸ zwischen den Staatssekretären der beteiligten Ressorts geregelt

Die Einhaltung der grundsätzlichen Anforderungen des Kyoto-Protokolls wurden im Juni 2007 im Rahmen einer detaillierten Überprü-

fung⁹ des Gesamtprozesses der Emissionsermittlung und Berichterstattung durch internationale Experten im Auftrag des Sekretariates der Klimarahmenkonvention überprüft. Nach dieser erfolgreichen Überprüfung erhielt Deutschland die Zulassung zur Anwendung der flexiblen Instrumente des Kyoto-Protokolls.

Für den Bereich der land- und forstwirtschaftlich verursachten Emissionen hatte sich über die letzten Jahren bereits im Vorgriff auf diese internationalen Anforderungen und dem gemeinsamen Verständnis der Zuständigkeit für diese Aufgabe eine Zusammenarbeit entwickelt, die beispielgebend für die teilweise noch ausstehenden und zu treffenden Regelungen mit den anderen Ressorts und Einrichtungen ist.

Auf der Basis einer Ressortvereinbarung zur Führung von Datenbanken und dem Austausch der jeweils benötigten Daten und Angaben werden Fragestellungen zur Ermittlung der relevanten Emissionen in enger Zusammenarbeit bearbeitet. So beinhaltet die hier vorliegende Zusammenstellung einen Überblick der Basisinformationen und Methoden, mit denen gegenwärtig die Berichterstattung zu land- und forstwirtschaftlichen Emissionen sowie der Auswirkungen der Änderung der Flächennutzung auf die Emissionsbilanz erfolgt.

Diese enge Kooperation sichert die frühestmögliche Einbeziehung der Ergebnisse der im von Thünen Institut (vTI) koordinierten internationalen Arbeiten (UNECE) zur Weiterentwicklung der Berechnungsmethoden für landwirtschaftliche Emissionen (CORINAIR Guidebook) in den nationalen Prozess der Emissionsberechnung und –berichterstattung. Dies belegt insbesondere das angewendete Gesamtstickstoffbilanzmodell.

Gegenwärtig vollzieht sich die Zusammenarbeit zwischen dem vTI und dem UBA in nachfolgend geschilderter Weise:

- In den nachgeordneten Einrichtungen des BMELV (in erster Linie im vTI) werden dezentrale detaillierte Datenbanken und Berechnungsmodelle betrieben, die – neben eigenen Zielstellungen der jeweiligen Institute und Einrichtungen – eine Quantifizierung der relevanten Emissionen aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Einbindung von Treibhausgasen in Senken ermöglichen.

⁸ Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 05.06.2007, veröffentlicht im Nationalen Inventarbericht 2008.;
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3475.pdf> Anhang 17

⁹ Report of the review of the initial report of Germany;; UNFCCC Dokument Nr. FCCC/IRR/2007/DEU; siehe: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/irr/deu.pdf>

- Über definierte Schnittstellen erfolgt jährlich die Übernahme aggregierter Ergebnisse und Basisinformationen in die für die internationale Berichterstattung entwickelte zentrale Datenbank (ZSE = zentrales System Emissionen) im Umweltbundesamt.
- Parallel dazu werden die entsprechenden geforderten Dokumentationen zur Beschreibung der Emissionsermittlung erarbeitet und in den nationalen Inventarbericht (NIR) aufgenommen.
- Über das ZSE erfolgen die Datenzusammenstellungen in den jeweils geforderten Berichtsformaten (UNECE = NFR; UNFCCC = CRF).
- Nach Ressortabstimmung erfolgt dann über das Bundesumweltministerium die Übermittlung der Daten und Informationen an die jeweiligen Adressaten der Berichtsverpflichtung in Genf (UNECE), Bonn (UNFCCC) und Brüssel (EU). Diese bestehen im Regelfall aus detaillierten umfangreichen tabellari-schen Datenzusammenstellungen und einer umfangreichen textlichen Beschreibung¹⁰ der Ermittlung dieser Emissionen.
- Die sich im Rahmen der beiden UN-Konventionen an die Berichterstattung anschließenden internationalen Überprüfungsprozesse der vorgelegten nationalen Emissionsinventare werden in enger Kooperation bearbeitet.

Zu den noch umzusetzenden An- und Herausforderungen an die Berechnung land- und forstwirtschaftlicher Emissionen und Einbindungen in Senken gehören:

- die Erweiterung der Zuständigkeitsregelung im Rahmen des Nationalen Systems für den Bereich der nicht den Treibhausgasen zuzurechnenden Emissionen,
- die Ausweitung des Qualitätsmanagements auf den gesamten Prozess von der regelmäßigen Erhebung der notwendigen Basisdaten bis hin zur Berechnung und Berichterstattung der Emissionen aus der Land- und Forstwirtschaft,
- die direkte Anbindung der im Bereich des BMELV laufenden Datenarbeiten an die zentrale Datenhaltung, die durch die Weiterentwicklung des ZSE nunmehr über das Internet gegeben ist,
- die Ausweitung der Emissionsberichterstattung um die im Dezember 2006 entschiede-

ne zusätzliche Anrechnungsmöglichkeit der Emissionsgutschriften aus dem Waldmanagement nach Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls. Hier sind insbesondere die speziellen und ressourcenintensiven Anforderungen an das Monitoring zu regeln,

- die Vorbereitung der Einbeziehung land- und forstwirtschaftlich verursachter Emissionen in die Anwendung der flexiblen ökonomischen Instrumente des Kyoto-Protokolls,
- die Mitwirkung an der Weiterentwicklung internationaler Vereinbarungen zur weiteren Emissionsminderung (NEC-Richtlinie).

Der hier vorgelegte Bericht über die landwirtschaftlichen Emissionen ist der letzte Bericht, der durch Herrn Prof. Dr. Dämmgen koordiniert und herausgegeben wurde. Er wechselt in Kürze in den wohlverdienten Ruhestand. Im Namen der Nationalen Koordinierungsstelle und ganz persönlich möchte ich ihm für die langjährige geleistete Arbeit und fachliche Kooperation, hilfreichen Ratschläge, hochinteressanten und lehrreichen Meinungs- und Erfahrungsaustausche sowie die entgegengebrachte menschliche Wärme danken. Wir wünschen ihm zukünftig das Beste – insbesondere jedoch Gesundheit und Freude im Rahmen seiner Familie.

¹⁰ Siehe hierzu auch: Nationaler Inventarbericht 2008;
www.umweltbundesamt.de/emissionen/veroeffentlichungen.htm

Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007 Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007

Structure of the report and improvements in the report 2009 for 2007 Berichtsaufbau und –verbesserungen im Bericht 2009 für 2007

Ulrich Dämmgen¹

1 Structure of the report

As in previous years, this report contains two parts, one part describing the methods and the origin of data, and one part presenting the tables. Due to their proportions, two separate volumes have to be printed.

In the **text volume** we aim at a comprehensive documentation of the methods applied, the raw data and the gap closure procedures. This part also contains the relevant comments and definitions, which are needed to understand the actual information and data in the text.

In addition, relations are listed which link the data sets and information to the Tables volume.

Chapter 2 provides information about the internal structures of the various chapters, the contents of the EXCEL emission calculation workbooks, the terminology used as well as the units and symbols.

Chapter 3 describes fundamentals of the procedures used in emission modelling in animal husbandry.

Chapters 4 to 10 describe the emissions from the various animal categories.

Chapters 11 to 13 deal with the description of emissions from soils, grass land and arable land.

Chapter 14 describes the calculation of entities needed as further information.

Chapter 15 gives an outlook on future improvements in inventory calculations.

Finally, a concordance is provided in Chapter 16 with unambiguous relations of the Tables in the tables volume to the relevant tables and cells in the Common Reporting Format (CRF).

The **tables volume** comprise all relevant data sets for each German Federal State and the time from 1990 onwards. Individual sections deal with

1 Aufbau des Berichts

Wie in den vergangenen Jahren gliedert sich der Bericht über die landwirtschaftlichen Emissionen in einen Textteil und einen Tabellenteil, die wegen ihres Umfangs in zwei getrennten Teilbänden erscheinen müssen.

Im **Textteil** bemühen wir uns um eine vollständige Dokumentation aller verwendeten Einzelheiten hinsichtlich der Daten und Methoden einschließlich der Verfahren zum Schließen von Datenlücken. Dieser Teil enthält auch die zum Verständnis der Informationen und Daten notwendigen Definitionen.

Im Textband werden Hinweise auf die für die Berichterstattung jeweils relevanten Tabellen im Tabellenband gegeben.

Kapitel 2 erläutert die Strukturen des Textes, die Inhalte der den Emissionsberechnungen dienenden EXCEL-Arbeitsmappen sowie die Terminologie einschließlich der Symbole und Einheiten.

Kapitel 3 enthält die grundlegenden Verfahren zur Emissionsberechnung in der Tierhaltung.

In den Kapiteln 4 bis 10 werden die Emissionen aus den einzelnen Tierkategorien beschrieben.

Kapitel 11 bis 13 enthält die Beschreibung der Emissionen aus Böden, Grünland und Ackerland.

In Kapitel 14 wird die Berechnung von Größen beschrieben, die als zusätzliche Informationen benötigt werden.

Kapitel 15 spricht künftige Verbesserungen in der Inventarberechnung an.

Schließlich ist in Kapitel 16 eine Konkordanz mit den konkreten Bezügen zu den für den Bericht der Treibhausgas-Emissionen benutzten CRF-Tabellen gegeben.

Im **Tabellenteil** werden alle relevanten Datensätze für die Zeit seit 1990 und für jedes Bundesland angegeben. Separate Abschnitte enthal-

¹ Johann Heinrich von Thunen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Agricultural Climate Research, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

the emissions, the implied emission factors, the activity data these emissions are based on as well as the additional emission explaining variables. Activities are again organized in a way concurrent with the structure of the EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. In addition, the many emission explaining variables are classified according to animal categories. Animal excreta are reported in a special section. A special section with sectoral emissions (sums) concludes the tables volume.

2 Changes in the structure of the explanatory text

Previously the structure of the documentation followed the SNAP classification of sources. Now, the documentation is structured according to IPCC recommendations according to its reporting categories, such as dairy cattle or geese. These are then described comprehensively. For each animal source category we chose the following structure:

- Activity and performance data
- Energy requirements
- Methane from enteric fermentation
- Methane from enteric fermentation
- Methane from manure management
- NMVOC emissions from manure management
- Emissions of nitrogen species
- Emissions of particles

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.

3 Improvements with respect to the previous year

3.1 General changes

If German calculation procedures and data were not available, 2006 IPCC Guidelines and the most up to date version of the Atmospheric Emission Inventory Guidebook were used instead.

In all cases, temporary data for 2006 were replaced by final data. Wherever possible, the German data generated were compared to those

ten die Emissionen, die entsprechenden resultierenden Emissionsfaktoren, die hierfür benutzten Aktivitäten und die die Emissionen erklärenden zusätzlichen Informationen. Aktivitäten sind nach der im EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook vorgegebenen Gliederung aufgeschlüsselt, die die Emissionen erklärenden Variablen zusätzlich nach Tiergruppen. Tierische Ausscheidungen sind in einem gesonderten Kapitel zusammengestellt. Eine Tabelle mit der Summen der Emissionen schließt den Band ab.

2 Veränderungen der Struktur des erläuternden Texts

Bisher folgte die Anlage des Textteils den emittierten Spezies (geordnet nach SNAP). Der nun vorliegende Text folgt in seinem Aufbau den Empfehlungen von IPCC und beschreibt umfassend die einzelnen Quellen, z.B. Milchkühe oder Gänse. Dabei wurde für jede tierische Quellkategorie der folgende Aufbau gewählt:

- Aktivitäten und Leistungsdaten
- Energiebedarf
- Methan-Emissionen aus der Verdauung
- Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Mangement
- NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management
- Emissionen von Stickstoff-Spezies
- Emissionen von Partikeln

Werden in einer Tierkategorie (z.B. bei Rindern ohne Milchkühe) Unterkategorien gebildet, so folgt am Ende der Beschreibung der jeweiligen Unterkategorien eine Zusammenfassung mit den berechneten mittleren Kenngrößen für diese Kategorie.

3 Verbesserungen gegenüber dem Vorjahr

3.1 Allgemeine Änderungen

Sofern deutsche Verfahren und Daten nicht verfügbar waren, wurde nach den IPCC Guidelines von 2006 sowie der neuesten Fassung des Atmospheric Emission Inventory Guidebook verfahren.

In allen Fällen wurden vorläufige Aktivitätsangaben für 2006 durch endgültige ersetzt. Wo möglich, wurden die deutschen Daten mit denen

of neighbouring countries.

For the first time, projections are part of the inventory.

3.2 Specific changes

Chapter 2.6 Units and symbols

Symbols for units should not depend on the language used. Thus, the set of symbols was extended by symbols which are novel and not depending on the language used.

A list of symbols (indices) denoting source categories was added.

Chapter 2.7 Terminology

Definitions were included for animal numbers, animal places and animal rounds.

Important weights, such as initial weight of an animal, final weight, weight gains, metabolic weight and carcass weight are defined.

Chapter 3 Generally applied models

The calculation procedures used for all animal categories to describe their energy and feed requirement are collated in Chapter 3. In the following chapters, methodologies are only described if they deviate from the treatment described in Chapter 3.

Chapter 4.3 Dairy cows

Weight gains were considered for the first time.

The duration of the lactation period and thus the mean composition of feeds is a function of milk yield.

The methane conversion factor used is a function of the share of concentrates.

Chapter 4.5 Heifers

Variable final weights and weight gains were taken into account.

Chapter 4.6 Bulls (beef)

Variable weight gains were taken into account.

Chapter 9.4 Broilers

The methodology for the calculation of VS and N excretions was changed to Tier 2.

Chapter 10.4 Ducks

The calculations of VS and N excretions are now based on national data.

der benachbarten Staaten verglichen.

Erstmals sind Prognosen Bestandteil des Inventars.

3.2 Spezielle Änderungen

Kapitel 2.6 Einheiten und Symbole

Da Symbole für Einheiten nicht von der verwendeten Sprache abhängen sollen, wurden für einige Größen neue, sprachunabhängige Symbole eingeführt.

Eine Liste der Symbole (Indizes) zur Identifizierung von Quellkategorien wurde eingefügt.

Kapitel 2.7 Begriffe

Die Definitionen von Tierzahlen, Tierplätzen und Durchgängen wurden eingefügt.

Die wichtigen Tiergewichte (Anfangsgewicht, Endgewicht, Mastgewicht), die Gewichtszuwächse, das metabolische Gewicht und das Gewicht nach Schlachtung werden beschrieben.

Kapitel 3 Allgemein verwendete Modelle

Die für alle Tierkategorien verwendeten Rechenverfahren zur Ableitung von Energiebedarf und Nahrungsbedarf sind im Kapitel 3 zusammengefasst. In den Folgekapiteln erscheinen Behandlungen dieser Themen nur, wenn sie inhaltlich von Kapitel 3 abweichen.

Kapitel 4.3 Milchkühe

Zum ersten Mal wurden Gewichtszunahmen berücksichtigt.

Die Dauer der Laktationsperiode und damit die mittlere Zusammensetzung der Ration ist eine Funktion der Milchleistung.

Der Methan-Umwandlungsfaktor ist eine Funktion des Anteils an Kraftfutter.

Kapitel 4.5 Färsen

Variable Endgewichte und Gewichtszunahmen wurden berücksichtigt.

Kapitel 4.6 Mastbullen

Variable Gewichtszunahmen wurden berücksichtigt.

Kapitel 9.4 Masthähnchen und -hühnchen

Nunmehr wird für die Berechnung von VS- und N-Ausscheidungen ein Stufe-2-Verfahren angewendet.

Kapitel 10.4 Enten

Nunmehr werden für die Berechnung von VS- und N-Ausscheidungen nationale Daten angewendet.

Chapter 10.5 Turkeys

An emission factor for particulate matter was deduced and applied.

Chapter 11.1 Application of mineral fertilisers

Horticultural crops were included in the calculation of spatially disaggregated fertiliser amounts.

Chapter 11.4 Histosols

The relevant areas were calculated on a new data base.

Chapter 11.6 NMVOC emissions

Transcription errors were as well as shortcomings of the documentation were eliminated.

Chapter 11.7 PM emissions

An emission factor for particulate matter was deduced and applied.

Chapter 12.3 Crop residues

Horticultural crops were included in the calculation of emissions from crop residues.

Chapter 13.1 Pesticides

Transcription errors were eliminated.

Chapter 16.1 Air temperatures

The regionally disaggregated spring temperatures were updated according to official German Weather Service data.

RAUMIS data

A major defect was identified and had to be repaired. The original version of RAUMIS 1999 could be restored.

Kapitel 10.5 Puten

Ein Emissionsfaktor für Stäube wurde abgeleitet und angewandt.

Kapitel 11.1 Anwendung von Mineraldüngern

Der Gemüseanbau wurde in die Regionalisierung der Düngermengen einbezogen.

Kapitel 11.4 Organische Böden

Die relevanten Flächen wurden auf Basis einer neuen Datengrundlage berechnet.

Kapitel 11.6 NMVOC-Emissionen

Übertragungs- und Dokumentationsfehler wurden beseitigt.

Kapitel 11.7 PM-Emissionen

Ein Emissionsfaktor für Stäube wurde abgeleitet und angewandt.

Kapitel 12.3 Ernterückstände

Der Gemüseanbau wurde in die Berechnung der Emissionen aus Ernterückständen einbezogen.

Kapitel 13.1 Pestizide

Übertragungsfehler wurden beseitigt.

Kapitel 16.1 Lufttemperaturen

Die regional differenzierten Frühlingstemperaturen für Landkreise wurden nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes aktualisiert.

RAUMIS-Daten

Ein größerer Fehler wurde identifiziert und musste beseitigt werden. Die ursprüngliche Version von RAUMIS 1999 konnte wiederhergestellt werden.

Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007 **Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007**

Methods and Data (GAS-EM) **Methoden und Daten (GAS-EM)**

Ulrich Dämmgen¹, Hans-Dieter Haenel¹, Claus Rösemann¹, Jürgen Conrad¹, Manfred Lüttich¹, Helmut Döhler², Brigitte Eurich-Menden², Petra Laubach², Maria Müller-Lindenlauf³, and Bernhard Osterburg⁴

Table of Contents / Inhaltsübersicht

1	Introduction / Einführung.....	35
2	Scope and structure of the inventory and basic definitions/ Gegenstand und Struktur des Inventars und wichtige Definitionen.....	37
2.1	Scope of the inventory / Gegenstand des Inventars	37
2.2	Choice of methodologies / Zur Methodenwahl	37
2.3	Structure and Terminology of the model GAS-EM, Version 2008 / Das Modell GAS-EM Version 2008, Aufbau und Begriffe.....	37
2.4	Structure of the chapters documenting data sources and methodologies / Aufbau der Kapitel, die die Datenquellen und die Rechenverfahren dokumentieren	40
2.5	Structure of the EXCEL® calculation workbooks / Aufbau der EXCEL®-Rechenmappen	40
2.6	Units and Symbols / Einheiten und Symbole.....	42
2.6.1	Units / Einheiten.....	42
2.6.2	Symbols / Symbole	43
2.7	Terminology / Begriffe.....	44
2.7.1	The terms “animal number” and “animal place” / Die Begriffe „Tierzahlen“ und „Tierplätze“.....	44
2.7.2	Periods of time: the term “animal round” and related entities / Zeiten: Der Begriff „Durchgang“ und damit zusammenhängende Größen	44
2.7.3	Animal weight definitions / Tiergewicht-Definitionen.....	45
2.7.3.1	Initial weight, final weight and slaughter weight / Anfangs-, End- und Mastgewicht	45
2.7.3.2	Weight gain and weight gain rate / Zuwachs und Zuwachsrate.....	45
2.7.3.3	Mean weights / Mittlere Gewichte.....	46
2.7.3.4	Metabolic weight and cumulative metabolic weight / Metabolisches und kumuliertes metabolisches Gewicht.....	46
2.7.3.5	Carcass weight / Gewicht nach Schlachtung.....	47
2.7.4	The terms “emissions” and “emission factors” / Die Begriffe „Emissionen“ und „Emissionsfaktoren“	47
2.8	Translation of technical terms / Die Übersetzung von Fachbegriffen	49
2.9	Treatment of data gaps / Umgang mit Datenlücken	49
2.10	Uncertainties / Unsicherheiten	49

¹ Johann Heinrich von Thunen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Agricultural Climate Research, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

² Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, Germany

³ Statistisches Bundesamt (DESTATIS), Graurheindorfer Str. 198, 53117 Bonn, Germany

⁴ Johann Heinrich von Thunen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Rural Studies, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

2.11	References to the UN ECE Guidebook and to the IPCC Guidelines / Zitierweise von UN ECE Guidebook und IPCC Guidelines.....	50
2.12	References to German Statistics Documents / Zitierweise von deutschen Statistiken.....	50
3	Models to estimate energy requirements, excretions and emissions in animal husbandry / Modelle zur Berechnung von Energiebedarf, Ausscheidungen und Emissionen in der Tierhaltung	51
3.1	Energy in animal metabolism - definitions / Energien im tierischen Stoffwechsel - Definitionen	51
3.2	Energy requirements / Energiebedarf	52
3.2.1	Gross energy / Gesamtenergie.....	52
3.2.2	Net energy required for maintenance / Erhaltungsenergie	52
3.2.3	Net energy needed to obtain food / Energie für die Nahrungsaufnahme	53
3.2.4	Net energy for lactation / Laktationsenergie	53
3.2.5	Net energy required for draft power / Leistung für Zugarbeiten	53
3.2.6	Net energy required for pregnancy / Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit.....	54
3.2.7	Net energy required for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum	54
3.2.8	Relations of net energy to digestible energy / Verhältnisse von Netto-Energie zu umsetzbarer Energie.....	54
3.3	Methane emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung	55
3.3.1	General Procedure / Allgemeine Vorgehensweise	55
3.3.2	Assessment of methane emissions from enteric fermentation / Bestimmung der Methan-Emissionen aus der Verdauung.....	55
3.3.2.1	Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren	55
3.3.2.2	Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren	55
3.3.2.3	Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren	56
3.4	Carbon in manure management / Kohlenstoff im Wirtschaftsdünger-Management.....	56
3.4.1	Carbon excretions / Kohlenstoff-Ausscheidungen	56
3.4.2	Carbon flows in manure management / Kohlenstoff-Fluss im Wirtschaftsdünger-Management.....	57
3.4.3	Assessment of methane emissions from manure management / Berechnung von Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management	58
3.4.3.1	Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren	58
3.4.3.2	Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren	58
3.4.3.3	Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren	58
3.4.3.3.1	Methane emissions from animal excreta / Methan-Emissionen aus tierischen Ausscheidungen	59
3.4.3.3.2	Methane emissions from straw / Methan-Emissionen aus Stroh	59
3.4.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	60
3.4.5	Carbon dioxide emissions from manure management / Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management	60
3.5	Nitrogen in manure management / Stickstoff im Wirtschaftsdünger-Management.....	60
3.5.1	Nitrogen excretions / Stickstoff-Ausscheidungen.....	60
3.5.2	N mass flow and emission assessment for mammals / N-Massenfluss und Emissionsbestimmung bei Säugetieren.....	61
3.5.2.1	N mass flow model for mammals / N-Massenfluss-Modell bei Säugetieren	61
3.5.2.2	Assessment of the emissions of nitrogen species from manure management / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	63
3.5.2.2.1	Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren	63
3.5.2.2.2	Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren	63
3.5.2.2.3	Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren	64
3.5.3	N mass flow model for birds / N-Massenfluss-Modell für Vögel.....	69

3.6	Emissions of particulate matter from animal husbandry / Partikel-Emissionen aus der Tierhaltung	70
4	Cattle / Rinder	71
4.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien	71
4.2	Data used for all cattle subcategories / Für alle Rinder-Unterkategorien gültige daten	72
4.2.1	Bedded systems: straw properties / Eingestreute Systeme: Eigenschaften von Stroh..	72
4.2.2	NMVOC emissions from cattle / NMVOC-Emissionen aus der Rinderhaltung	73
4.2.3	Ammonia emissions from storage of cattle manures / Ammoniak-Emissionen aus der Wirtschaftsdünger-Lagerung in der Rinderhaltung	73
4.2.4	Ammonia emissions from spreading of cattle manures / Ammoniak-Emissionen aus der Wirtschaftsdünger-Ausbringung in der Rinderhaltung	74
4.3	Dairy cows / Milchkühe	75
4.3.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	75
4.3.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	75
4.3.1.2	Milk yield and composition / Milchleistung und Milchinhaltsstoffe.....	75
4.3.1.3	Animal weights / Tiergewichte	77
4.3.1.4	Animal weight gains / Tiergewichtszunahmen	78
4.3.1.5	Pregnancy rates / Trächtigkeitsraten	79
4.3.1.6	Duration of lactation period / Dauer der Laktationsperiode.....	79
4.3.2	Energy requirements / Energiebedarf	79
4.3.3	Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung	79
4.3.3.1	Feed intake / Futteraufnahme	79
4.3.3.2	Mass fraction of concentrates in feed / Kraftfutteranteil im Futter.....	80
4.3.3.3	Mean digestibility / Mittlere Verdaulichkeiten	80
4.3.4	Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung	81
4.3.4.1	Methane conversion rate / Methan-Umwandlungsrate	81
4.3.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	82
4.3.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	82
4.3.5.2	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh.....	82
4.3.5.3	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren	83
4.3.5.4	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	83
4.3.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	84
4.3.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	84
4.3.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	84
4.3.7.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	88
4.3.7.3	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung	89
4.3.7.4	Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide	89
4.3.7.4.1	N excreted in the house, the dairy parlour and during grazing / N-Ausscheidungen im Stall, im Melkstall und auf der Weide.....	89
4.3.7.4.2	Frequency distribution of housing types / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen	90
4.3.7.4.3	Duration of grazing / Dauer des Weidegangs.....	90
4.3.7.4.4	Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“	91
4.3.7.5	Emissions during storage / Emissionen aus dem Lager	91
4.3.7.5.1	Frequency distribution of storage types / Häufigkeitsverteilung der Lagertypen.....	91
4.3.7.5.2	Partial emission factors "storage" for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	92
4.3.7.6	Emissions during spreading / Emissionen bei der Ausbringung	92
4.3.7.6.1	Frequency distribution of spreading techniques, incorporation techniques and incorporation times / Häufigkeitsverteilung der Ausbringungs- und Einarbeitungstechniken sowie der Einarbeitungszeit.....	92
4.3.7.6.2	Partial emission factor "spreading" / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“	92
4.3.7.6.3	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	93

4.3.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	93
4.3.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen.....	93
4.3.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	93
4.3.9	Intercomparison of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich resultierender Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärender Variablen mit denen benachbarter Staaten	94
4.3.9.1	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung.....	94
4.3.9.2	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdünger- Management.....	94
4.3.9.3	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	95
4.3.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	96
4.4	Calves / Kälber	97
4.4.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	97
4.4.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	97
4.4.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	98
4.4.2	Energy requirements / Energiebedarf	98
4.4.3	Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung	98
4.4.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung.....	99
4.4.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement	99
4.4.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	99
4.4.5.2	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh.....	100
4.4.5.3	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan- Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren	100
4.4.5.4	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	100
4.4.5.5	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	101
4.4.6	NM VOC emissions / NM VOC-Emissionen	101
4.4.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	101
4.4.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	101
4.4.7.2	Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide	101
4.4.7.2.1	Animal grazing / Weidegang	101
4.4.7.2.2	Partial emission factors "housing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“	101
4.4.7.3	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	102
4.4.7.4	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung.....	102
4.4.7.5	Partial emission factors "storage" for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	102
4.4.7.6	Partial emission factor "spreading" / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“.....	102
4.4.8	Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen..	102
4.4.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen.....	102
4.4.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	102
4.4.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	103
4.5	Heifers / Färsen	104
4.5.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	104
4.5.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	104
4.5.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	105
4.5.1.2.1	Animal weights / Tiergewichte	105
4.5.1.2.2	Life span and mean weight gain / Dauer des Lebensabschnitts und mittlere Gewichtszunahme	106
4.5.2	Energy requirements / Energiebedarf	106
4.5.2.1	Parametrisation of daily energy requirements / Parametrisierung des täglichen Energiebedarfs.....	106
4.5.2.2	Cumulative energy requirements for growth and maintenance / Kumulativer Energiebedarf für Wachstum und Erhaltung.....	107
4.5.2.3	Energy requirements for pregnancy / Energiebedarf für Trächtigkeit	109
4.5.2.4	Mean daily energy requirements / Mittlerer täglicher Energiebedarf.....	109
4.5.3	Feed requirements and diet composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung	110

4.5.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	112
4.5.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement	113
4.5.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	113
4.5.5.2	Duration of grazing / Dauer des Weidegangs	113
4.5.5.3	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh	113
4.5.5.4	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	114
4.5.5.5	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan- Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren	114
4.5.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	114
4.5.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	114
4.5.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	114
4.5.7.2	Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“	115
4.5.7.3	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	115
4.5.7.4	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung	116
4.5.7.5	Partial emission factors "storage" for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	116
4.5.7.6	Partial emission factor "spreading" / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“	116
4.5.7.7	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	116
4.5.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	117
4.5.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen	117
4.5.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	117
4.5.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	117
4.6	Bulls (male beef cattle) / Mastbullen	118
4.6.1	Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten	118
4.6.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	118
4.6.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	119
4.6.2	Energy requirements / Energiebedarf	122
4.6.2.1	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie	122
4.6.3	Feed requirements / Futterbedarf	125
4.6.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	126
4.6.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement	126
4.6.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	127
4.6.5.2	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh	127
4.6.5.3	Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang	127
4.6.5.4	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan- Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren	127
4.6.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	128
4.6.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	128
4.6.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	128
4.6.7.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	128
4.6.7.3	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung	129
4.6.7.4	Partial emission factors "storage" for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	129
4.6.7.5	Partial emission factor "spreading" / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“	129
4.6.7.6	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	129
4.6.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	129
4.6.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen	129
4.6.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	130
4.6.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	130
4.7	Suckler cows / Mutterkühe	131
4.7.1	Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten	131
4.7.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	131
4.7.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	132

4.7.1.3	Calves / Kälber.....	132
4.7.2	Energy requirements / Energiebedarf	132
4.7.3	Feed requirements / Futterbedarf	132
4.7.4	Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung.....	132
4.7.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement.....	133
4.7.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	133
4.7.5.2	Duration of grazing / Dauer des Weidegangs	133
4.7.5.3	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh.....	133
4.7.5.4	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	133
4.7.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	133
4.7.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	134
4.7.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	134
4.7.7.2	Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“	134
4.7.7.3	Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh	134
4.7.7.4	Partial emission factors “storage” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	134
4.7.7.5	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	134
4.7.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	134
4.7.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	135
4.7.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	135
4.7.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	135
4.8	Bulls (mature males) / Zuchtbullen	136
4.8.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	136
4.8.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	136
4.8.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	137
4.8.2	Energy requirements / Energiebedarf	137
4.8.3	Feed requirements / Futterbedarf	137
4.8.4	Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung.....	137
4.8.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement.....	138
4.8.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	138
4.8.5.2	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	138
4.8.5.3	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh.....	138
4.8.5.4	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungs-kapazitäten (B ₀) und Methan-Umwandlungsfaktoren	138
4.8.6	NMVOC Emissions / NMVOC-Emissionen	138
4.8.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	139
4.8.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	139
4.8.7.2	Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“	139
4.8.7.3	Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh	139
4.8.7.4	Partial emission factors “storage” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	139
4.8.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	139
4.8.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	139
4.8.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	140
4.8.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	140
4.9	Aggregated data for cattle except dairy cows (other cattle) / Zusammenfassung: Rinder ohne Milchkühe (übrige Rinder).....	141
4.9.1	Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	141
4.9.1.1	Cumulative animal numbers / Tierzahl-Summen	141
4.9.1.2	Calculation of mean animal weights / Berechnung mittlerer Tiergewichte.....	142
4.9.1.3	Calculation of mean pregnancy rates / Berechnung mittlerer Trächtigkeitsraten.....	142
4.9.1.4	Calculation of mean digestibilities / Berechnung mittlerer Verdaulichkeiten	143
4.9.2	Methan emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung.....	143

4.9.3	Methane emissions from manure management systems / Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	143
4.9.3.1	Mean implied emission factors for methane from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Methan aus Wirtschaftsdünger-Management.....	143
4.9.3.2	Mean VS excretion rates / Mittlere VS-Ausscheidungen	143
4.9.3.3	Mean methane conversion factors (MCF) / Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF)	143
4.9.3.4	Mean implied emission factors for NMVOC from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für NMVOC aus Wirtschaftsdünger-Management ...	144
4.9.3.5	Mean N excretion rates / Mittlere N-Ausscheidungen.....	144
4.9.3.6	Calculation of mean TAN contents / Berechnung mittlerer TAN-Gehalte	144
4.9.3.7	Mean implied emission factors for ammonia from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Ammoniak aus Wirtschaftsdünger-Management	145
4.9.3.8	Mean implied emission factors for particulate matter from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Stäube aus Wirtschaftsdünger-Management.....	145
4.9.4	Intercomparison of implied emission factors and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten	145
4.9.4.1	Mean implied emission factors for methane from enteric fermentation and mean performance data / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan aus der Verdauung und mittlere Leistungsdaten.....	145
4.9.4.2	Mean implied emission factors for methane and NMVOC from manure management and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan und NMVOC aus dem Wirtschaftsdünger-Management und emissionserklärende Variablen	146
4.9.4.3	Mean implied emission factors for ammonia and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Ammoniak und emissionserklärende Variablen.....	146
4.9.4.4	Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Staub	147
4.9.5	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	147
5	Pigs / Schweine.....	149
5.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien.....	149
5.2	Emission factors used for all pig subcategories / Für alle Schweine-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren	150
5.2.1	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	150
5.2.2	Partial emission factors “storage” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	150
5.3	Sows / Sauen.....	153
5.3.1	Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten	153
5.3.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	153
5.3.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen.....	154
5.3.2	Energy requirements / Energiebedarf.....	154
5.3.3	Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften.....	156
5.3.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	157
5.3.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement.....	158
5.3.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen.....	158
5.3.5.2	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	158
5.3.5.3	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh.....	158
5.3.5.4	Maximum methane producing capacities (B ₀) and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten (B ₀) und Methan-Umwandlungsfaktoren.....	158
5.3.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	159
5.3.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	159
5.3.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	159
5.3.7.2	Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh	159
5.3.7.3	Partial emission factors “housing” / Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“.....	160

5.3.7.4	Partial emission factors “storage” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ und „Ausbringung“	160
5.3.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	160
5.3.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	160
5.3.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	160
5.3.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	161
5.4	Weaners / Aufzuchtferkel	162
5.4.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	162
5.4.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	162
5.4.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	163
5.4.2	Energy requirements / Energiebedarf	164
5.4.3	Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften.....	166
5.4.3.1	Phase feeding / Phasenfütterung.....	166
5.4.3.2	Feed properties / Futtereigenschaften	166
5.4.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung.....	167
5.4.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement.....	167
5.4.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	167
5.4.5.2	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	167
5.4.5.3	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh.....	167
5.4.5.4	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten (B ₀) und Methan-Umwandlungsfaktoren	168
5.4.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	168
5.4.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	168
5.4.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	168
5.4.7.2	Frequency distribution of housing systems / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen.....	169
5.4.7.3	Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh	169
5.4.7.4	Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“	169
5.4.7.5	Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“	170
5.4.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	170
5.4.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	170
5.4.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	170
5.4.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	171
5.5	Fattening pigs / Mastschweine	172
5.5.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	172
5.5.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	172
5.5.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	173
5.5.2	Energy requirements / Energiebedarf	175
5.5.3	Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften.....	178
5.5.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung.....	179
5.5.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement.....	180
5.5.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	180
5.5.5.2	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	180
5.5.5.3	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh.....	180
5.5.5.4	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten (B ₀) und Methan-Umwandlungsfaktoren	180
5.5.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	181
5.5.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	181
5.5.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	181
5.5.7.2	Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“	181
5.5.7.3	Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“	182
5.5.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	182
5.5.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	183
5.5.8.2	Emissionfactors / Emissionsfaktoren	183

5.5.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	183
5.6	Boars (mature males) / Eber	184
5.6.1	Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten	184
5.6.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	184
5.6.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	185
5.6.2	Energy requirements / Energiebedarf	185
5.6.3	Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften	185
5.6.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	185
5.6.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement	186
5.6.5.1	VS excretions / VS-Ausscheidungen	186
5.6.5.2	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	186
5.6.5.3	Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh	186
5.6.5.4	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren	186
5.6.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	187
5.6.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	187
5.6.7.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	187
5.6.7.2	Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“	187
5.6.7.3	Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“	188
5.6.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	188
5.6.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen	188
5.6.8.2	Emissionfactors / Emissionsfaktoren	188
5.6.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	189
5.7	Pigs – collective description / Schweine - zusammenfassende Daten	190
5.7.1	Activity numbers and animal weights / Tierzahlen und Tiergewichte	190
5.7.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	190
5.7.1.2	Animal weights / Tiergewichte	191
5.7.2	Aggregated data for all pigs / Zusammenfassende Daten für alle Schweine	191
5.7.2.1	Mean weights / Mittlere Tiergewichte	191
5.7.2.2	Mean pregnancy rates of sows / Mittlere Trächtigkeiten der Sauen	192
5.7.2.3	Mean digestibilities / Mittlere Verdaulichkeiten	192
5.7.2.4	Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen	192
5.7.2.5	Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren	192
5.7.2.6	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	193
5.7.2.6.1	Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Partikel	193
5.7.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	194
6	Small ruminants / Kleine Wiederkäuer	195
6.1	Small ruminants, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei kleinen Wiederkäuern	195
6.2	Sheep - all subcategories / Schafe insgesamt	196
6.2.1	Animal numbers / Tierzahlen	196
6.2.1.1	Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen	196
6.2.1.2	Animal numbers used to derive methane emissions / Für die Ableitung der Methan-Emissionen benötigte Tierzahlen	197
6.2.1.3	Animal performance / Leistungsdaten	198
6.2.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	198
6.2.3	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management	198
6.2.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management	199

6.2.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	199
6.2.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	200
6.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	200
6.3	Lambs / Lämmer	201
6.3.1	Animal numbers / Tierzahlen	201
6.3.1.1	Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen	201
6.3.1.2	Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten	201
6.3.2	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	201
6.3.2.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	201
6.3.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	202
6.3.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	202
6.4	Ewes and other adult sheep / Mutterschafe und übrige erwachsene Schafe	203
6.4.1	Animal numbers / Tierzahlen	203
6.4.1.1	Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen	203
6.4.1.2	Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten	203
6.4.2	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	203
6.4.2.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	203
6.4.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	203
6.4.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	204
6.5	Sheep – collective description / Schafe - zusammenfassende Daten	205
6.5.1	Mean N excretion rate / Mittlere N-Ausscheidungen	205
6.5.2	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	205
6.5.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	206
6.6	Goats / Ziegen	207
6.6.1	Animal number and animal performances / Tierzahlen und Leistungsdaten	207
6.6.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	207
6.6.1.2	Animal performance / Leistungsdaten	207
6.6.2	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	207
6.6.3	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management	208
6.6.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management	208
6.6.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	208
6.6.5.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	208
6.6.5.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	208
6.6.6	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	209
6.6.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	210
7	Horses, mules and asses / Pferde, Maultiere und Esel	211
7.1	Horses, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei Pferden	211
7.1.1	Correction of the number of horses / Korrektur der Pferdezahlen	211
7.1.2	Methane from storage – characteristic values / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management - charakteristische Größen	212
7.1.2.1	Animal behaviour and excretion / Tierverhalten und Ausscheidungen	212
7.1.2.2	Characteristic values / Charakteristische Größen	212
7.2	Heavy horses / Großpferde	213
7.2.1	Activity and performance data, energy requirements / Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf	213
7.2.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	213

7.2.1.2	Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf..	213
7.2.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	213
7.2.3	CH ₄ emissions from manure management / CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management.....	214
7.2.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	214
7.2.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	214
7.2.5.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	214
7.2.5.2	Emissions factors / Emissionsfaktoren	214
7.2.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	215
7.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	215
7.3	Light horses and ponies / Kleinpferde und Ponys	216
7.3.1	Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf	216
7.3.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	216
7.3.1.2	Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf..	216
7.3.2	Animal performance and emission factors / Tierische Leistung und Emissionsfaktoren	216
7.3.3	CH ₄ emissions from manure management / CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management.....	217
7.3.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	217
7.3.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	217
7.3.5.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	217
7.3.5.2	Emissions factors / Emissionsfaktoren	217
7.3.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	218
7.3.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	218
7.4	Horses – collective description / Pferde - zusammenfassende Daten	219
7.4.1.1	Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen	219
7.4.1.2	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	219
7.4.2	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	220
7.5	Mules and asses / Maultiere und Esel	221
8	Other mammals / Andere Säugetiere	223
8.1	Fur animals / Pelztiere.....	223
8.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	223
8.1.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	224
8.1.3	CH ₄ emissions from manure management / CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management.....	224
8.1.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	224
8.1.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	224
8.1.5.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	224
8.1.5.2	Emissions factors / Emissionsfaktoren	225
8.1.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	225
8.1.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	225
8.2	Buffalo / Büffel	226
8.2.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	226
8.2.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	226
8.2.1.2	Animal performance / Leistungsdaten	226
8.2.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	227
8.2.3	CH ₄ emissions from manure management / CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management.....	227

8.2.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management.....	227
8.2.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	227
8.2.5.1	Emissions factors / Emissionsfaktoren	228
8.2.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	228
8.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	229
9	Chickens / Hühner	231
9.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien	231
9.2	Emission factors used for all chickens subcategories / Für alle Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren.....	232
9.2.1	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	232
9.2.1.1	Emission factors for NMVOC / Emissionsfaktoren für NMVOC	232
9.2.2	Partial emission factors “storage” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	232
9.3	Laying hens / Legehennen.....	234
9.3.1	Animal numbers / Tierzahlen	234
9.3.2	Animal performance / Tierische Leistung.....	235
9.3.2.1	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	235
9.3.2.2	Egg production / Legeleistung	235
9.3.3	Energy requirements / Energiebedarf	236
9.3.3.1	Gross energy / Bruttoenergie	236
9.3.3.2	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie	236
9.3.3.2.1	Net energy required for maintenance / Erhaltungsenergie	237
9.3.3.2.2	Net energy needed to obtain food / Nettoenergiebedarf für Nahrungsaufnahme	238
9.3.3.2.3	Net energy needed to obtain food / Nettoenergiebedarf für Nahrungsaufnahme	239
9.3.3.2.4	Net energy for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum.....	239
9.3.4	Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung.....	240
9.3.5	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	240
9.3.6	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	240
9.3.6.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	241
9.3.6.2	Carbon inputs with bedding material / Kohlenstoff-Einträge mit Einstreu	241
9.3.6.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	242
9.3.7	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	242
9.3.8	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	242
9.3.8.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	242
9.3.8.1.1	N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter.....	242
9.3.8.1.2	N excretion with eggs / N-Ausscheidung mit Eiern	244
9.3.8.1.3	N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper.....	244
9.3.8.2	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	245
9.3.8.3	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	246
9.3.9	Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen..	246
9.3.9.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	246
9.3.9.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	246
9.3.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	247
9.4	Broilers / Masthähnchen und –hühnchen	248
9.4.1	Animal numbers and meat production data / Tierzahlen und Hähnchenfleischproduktion.....	248
9.4.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	248
9.4.1.2	Broiler meat production / Hähnchenfleisch-Produktion	249
9.4.2	Animal production and animal performance / Haltungsverfahren und tierische Leistung.....	249
9.4.3	Energy requirements / Energiebedarf	253
9.4.3.1	Gross energy / Bruttoenergie	253

9.4.3.2	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie	253
9.4.3.3	Net energy required for maintenance / Erhaltungsenegie	254
9.4.3.4	Net energy required for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum	255
9.4.4	Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung	256
9.4.5	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	257
9.4.6	Methane emissons from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	257
9.4.6.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	257
9.4.6.2	Carbon inputs with bedding material / Kohlenstoff-Einträge mit Einstreu	258
9.4.6.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	259
9.4.7	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	259
9.4.8	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	259
9.4.8.1	Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung	259
9.4.8.1.1	N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter	259
9.4.8.1.2	N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper.....	260
9.4.8.2	Partial emission factors for NH ₃ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	262
9.4.8.3	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	262
9.4.9	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	262
9.4.9.1.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	262
9.4.9.1.2	Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen..	262
9.4.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	263
9.5	Pullets / Junghennen.....	264
9.5.1	Animal numbers / Tierzahlen	264
9.5.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung	265
9.5.2.1	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen.....	265
9.5.3	Energy requirements /Energiebedarf.....	265
9.5.3.1	Gross energy / Bruttoenergie.....	265
9.5.3.2	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie	265
9.5.4	Feed composition / Futterzusammensetzung	266
9.5.5	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	267
9.5.6	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	267
9.5.6.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	267
9.5.6.2	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan- Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren	268
9.5.7	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	268
9.5.8	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	269
9.5.8.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen	269
9.5.8.1.1	N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter	269
9.5.8.1.2	N retention / N-Retention	270
9.5.8.1.3	Bedding / Einstreu	270
9.5.8.2	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	270
9.5.8.3	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	270
9.5.8.4	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	270
9.5.9	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	271
9.5.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	271
10	Other poultry / Übriges Geflügel	273
10.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien.....	273
10.2	Emission factors used for all poultry subcategories except chickens / Für alles Geflügel außer Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren.....	274
10.2.1	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	274

10.2.2	Partial emission factors “storage” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	274
10.3	Geese / Gänse	275
10.3.1	Animal numbers / Tierzahlen	275
10.3.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung	275
10.3.2.1	Animal weights / Tiergewichte	275
10.3.3	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	275
10.3.4	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	276
10.3.5	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	276
10.3.6	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	276
10.3.6.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen	276
10.3.6.2	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	276
10.3.6.3	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	277
10.3.6.4	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	277
10.3.7	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	277
10.3.8	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	277
10.4	Ducks / Enten	278
10.4.1	Animal numbers / Tierzahlen	278
10.4.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung	278
10.4.2.1	Animal weights / Tiergewichte	278
10.4.3	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	279
10.4.4	Energy requirements /Energiebedarf	279
10.4.4.1	Gross energy / Bruttoenergie.....	279
10.4.4.2	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie	279
10.4.5	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	280
10.4.6	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	281
10.4.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	281
10.4.7.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen	281
10.4.7.2	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	281
10.4.7.3	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	281
10.4.7.4	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	282
10.4.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	282
10.4.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	282
10.5	Turkeys / Puten	283
10.5.1	Animal numbers / Tierzahlen	283
10.5.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung	284
10.5.2.1	Animal weights / Tiergewichte	284
10.5.2.2	Feed intake / Futteraufnahme.....	285
10.5.3	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	286
10.5.4	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	286
10.5.4.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidung	287
10.5.4.2	Bedding material / Einstreu.....	288
10.5.4.3	Partial emission factors “storage” / Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“.....	289
10.5.5	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management.....	289
10.5.6	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	289
10.5.6.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen	289
10.5.6.2	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	290

10.5.6.3	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	290
10.5.6.4	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	291
10.5.7	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	291
10.5.8	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	291
10.6	Treatment of imported manure in the inventory / Behandlung von Wirtschaftsdünger-Importen im Inventar	293
10.6.1	Activity data / Aktivitätsdaten	293
10.6.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	293
10.7	Poultry – collective description / Geflügel - zusammenfassende Daten	294
10.7.1	Aggregated data for poultry / Zusammenfassende Daten für Geflügel	294
10.7.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	294
10.7.1.2	Animal weights / Tiergewichte	294
10.7.1.3	Calculation of mean VS and N excretions / Berechnung mittlerer VS- und N-Ausscheidungen	295
10.7.1.4	Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren	296
10.7.2	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und resultierenden Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten	296
10.7.2.1	Mean implied emission factors for gases and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Gase und emissionserklärende Variablen	296
10.7.2.2	Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Partikel	297
10.7.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	297
10.7.4	Aggregated data for other poultry (poultry except laying hens and broilers) / Zusammenfassende Daten für weiteres Geflügel (Geflügel ohne Legehennen und Masthähnchen und -hühnchen)	298
10.7.5	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	298
11	Emissions from cultures with nitrogen fertilisers / Emissionen aus mit Stickstoff gedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen	299
11.1	Application of mineral fertilisers / Mineraldüngeranwendung	299
11.1.1	Activity data / Aktivitätsdaten	299
11.1.1.1	Amounts of fertilisers used / Berücksichtigte Düngermengen	299
11.1.1.2	Spatial disaggregation of fertiliser amounts / Regionalisierung der Düngermengen ...	300
11.1.1.3	Classification of fertilisers / Klassierung der Dünger	301
11.1.1.4	Data gap closure / Schließen von Datenlücken	301
11.1.1.5	Uncertainty of statistical data / Unsicherheit statistischer Daten	302
11.1.2	Emission of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	302
11.1.2.1	Ammonia emissions / Ammoniak-Emissionen	302
11.1.2.1.1	The method applied / Angewandte Methode	302
11.1.2.1.2	Mean spring temperatures / Mittlere Frühlingstemperaturen	303
11.1.2.1.3	Emission factors / Emissionsfaktoren	303
11.1.2.2	Emissions of N ₂ O, NO and N ₂ / N ₂ O-, NO- and N ₂ -Emissionen	303
11.1.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode	303
11.1.2.3	Emission factors / Emissionsfaktoren	304
11.1.3	Carbon dioxide emissions from the application of urea / Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff	305
11.1.3.1	Assessment of emissions of carbon dioxide / Bestimmung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen	306
11.1.3.1.1	The method applied / Angewandte Methode	306
11.1.3.1.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	306
11.2	Application of animal manures / Wirtschaftsdüngeranwendung	307
11.2.1	Activity data / Aktivitätsdaten	307

11.2.1.1	Nitrogen from German animal husbandry returned to soil / Stickstoff-Einträge in die Böden aus der deutschen Tierhaltung	307
11.2.1.2	Nitrogen imports with animal manures / Stickstoff-Importe mit Wirtschaftsdüngern	307
11.2.2	Emissions of N ₂ O, NO and N ₂ / N ₂ O-, NO- and N ₂ -Emissionen.....	308
11.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode	308
11.2.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	308
11.3	Application of sewage sludge / Ausbringung von Klärschlämmen	310
11.3.1	Activity data / Aktivitätsdaten	310
11.3.2	Emissions of N ₂ O, NO and N ₂ / N ₂ O-, NO- and N ₂ -Emissionen.....	312
11.3.2.1	The method applied / Angewandte Methode	312
11.3.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	312
11.4	Histosols (managed organic soils) / Bewirtschaftete organische Böden (ehem. Moorflächen)	313
11.4.1	Activity data / Aktivitätsdaten	313
11.4.2	Emissions of N ₂ O / N ₂ O-Emissionen	314
11.4.2.1	The method applied / Angewandte Methode	314
11.4.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	314
11.5	Methane deposition / Methan-Deposition	315
11.5.1	Activity data / Aktivitätsdaten	315
11.5.2	Assessment of CH ₄ deposition / Bestimmung der CH ₄ -Deposition	315
11.5.2.1	The method applied / Angewandte Methode	315
11.5.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	315
11.6	Non-methane volatile organic compounds from agricultural plants / Flüchtige organische Stoffe außer Methan aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen	317
11.6.1	Activity data / Aktivitätsdaten	317
11.6.2	Assessment of NMVOC emissions / Bestimmung der NMVOC-Emission	317
11.6.2.1	The method applied / Angewandte Methode	317
11.6.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	317
11.7	Emissions of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) from arable agriculture / Staub (PM₁₀ und PM_{2.5})-Emissionen aus der Bewirtschaftung von Ackerland	319
11.7.1	Activity data / Aktivitätsdaten	319
11.7.2	Assessment of emissions of particulate matter / Bestimmung der Staub-Emission.....	319
11.7.2.1	The method applied / Angewandte Methode	319
11.7.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	320
11.7.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	320
12	Emissions from cultures without fertilisers / Emissionen aus ungedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen.....	321
12.1	Biological N fixation: legumes / Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau .	321
12.1.1	Activity data / Aktivitätsdaten	321
12.1.2	Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies	322
12.1.2.1	The method applied / Angewandte Methode	322
12.1.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	323
12.2	Emissions from excretions during grazing / Emissionen aus tierischen Ausscheidungen auf der Weide	324
12.2.1	Activity data / Aktivitätsdaten	324
12.2.2	Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies	324
12.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode	324
12.2.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	325
12.3	Crop residues / Ernterückstände	327
12.3.1	Activity data / Aktivitätsdaten	327
12.3.1.1	Area under cultivation / Anbauflächen	327
12.3.1.2	Yields / Erträge	328
12.3.1.3	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

12.3.1.4	Dry matter content ($x_{DM,i}$) / Trockenmassegehalte ($x_{DM,i}$):.....	329
12.3.1.5	Ratio of above ground crop residues to yield ($a_{above,i}$) / Verhältnis der oberirdischen Ernterückstände zur Ernte ($a_{above,i}$)	330
12.3.1.6	Nitrogen content of the above-ground crop residues ($x_{N,above,i}$) / Stickstoff-Gehalte der oberirdischen Ernterückstände ($x_{N,above,i}$)	330
12.3.1.7	Ratio of below ground crop residues to yield ($a_{below,i}$) / Verhältnis der unterirdischen Ernterückstände zur Erntemenge ($a_{below,i}$)	330
12.3.1.8	Nitrogen content of below ground crop residues ($x_{N,below,i}$) / Stickstoff-Gehalte der unterirdischen Ernterückstände ($x_{N,below,i}$)	331
12.3.1.9	Ratio of crop residues to yield (a_i) / Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte (a_i)	331
12.3.1.10	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 ($x_{N,yield,i}$):	332
12.3.1.11	Factor for not harvested horticultural crops (δ_{HC}) / Faktor für nicht geerntetes Gemüse (δ_{HC})	332
12.3.2	Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies	333
12.3.2.1	The method applied / Angewandte Methode	333
12.3.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	334
12.4	Indirect emissions from depositions of reactive nitrogen originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem Stickstoff aus der Landwirtschaft	336
12.4.1	Activity data / Aktivitätsdaten	336
12.4.2	Assessment of N ₂ O emissions / Bestimmung derN ₂ O-Emissionen	336
12.4.2.1	The method applied / Angewandte Methode	336
12.4.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	336
12.5	Indirect emissions from leached and run off N originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft	338
12.5.1	Activity data / Aktivitätsdaten	338
12.5.2	Assessment of N ₂ O emissions / Bestimmung derN ₂ O-Emissionen	339
12.5.2.1	The method applied / Angewandte Methode	339
12.5.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	339
12.5.3	Intercomparison of additional information regarding N ₂ O emissions with those in neighbouring countries / Vergleich von zusätzlichen Informationen zu N ₂ O-Emissionen mit denen benachbarter Staaten	339
12.5.4	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	340
13	Pesticides and Limestone / Pestizide und Düngekalk	341
13.1	Pesticides / Pestizide	341
13.1.1	Activity data / Aktivitätsdaten	341
13.1.2	Assessment of pesticide emissions / Bestimmung derPestizid-Emissionen.....	341
13.1.2.1	The method applied / Angewandte Methode	341
13.1.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	341
13.2	Limestone / Düngekalk.....	343
13.2.1	Activity data / Aktivitätsdaten	343
13.2.2	Assessment of carbon dioxide emissions / Bestimmung derKohlenstoffdioxid-Emissionen	343
13.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode	343
13.2.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	344
13.2.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	344
14	Calculation of entities used as additional information / Berechnung von Größen, die als zusätzliche Informationen benötigt werden.....	345
14.1	Fractions / Verhältniszahlen	345
14.1.1	Fraction of crop residue burned ($Frac_{BURN}$) / Anteil der Ernterückstände, die auf dem Feld verbrannt werden ($Frac_{BURN}$).....	345

14.1.2	Fraction of livestock N excretion in excrements burned for fuel ($\text{Frac}_{\text{FUEL}}$) / Anteil der tierischen N-Ausscheidungen in Dung, der als Heizmaterial dient ($\text{Frac}_{\text{FUEL}}$)	345
14.1.3	Fraction of synthetic fertiliser N applied to soils that volatilises as NH_3 and NO_x ($\text{Frac}_{\text{GASF}}$) / Anteil der N-Menge, die vor und bei der Ausbringung von Mineraldüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($\text{Frac}_{\text{GASF}}$)	345
14.1.4	Fraction of livestock N excretion that volatilises as NH_3 and NO_x ($\text{Frac}_{\text{GASM}}$) / Anteil der N-Menge, die vor und bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($\text{Frac}_{\text{GASM}}$)	346
14.1.5	Fraction of livestock N excreted and deposited onto soil during grazing ($\text{Frac}_{\text{GRAZ}}$) / Anteil des beim Weidegang ausgeschiedenen N an der Gesamtausscheidung von N ($\text{Frac}_{\text{GRAZ}}$)	346
14.1.6	Fraction of N input to soils that is lost through leaching and runoff ($\text{Frac}_{\text{LEACH}}$) / Anteil des N-Eintrags in Böden, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren wird ($\text{Frac}_{\text{LEACH}}$)	347
14.1.7	Fraction of N in non-N-fixing crops ($\text{Frac}_{\text{NCR0}}$) / N-Anteil in Pflanzen außer Leguminosen ($\text{Frac}_{\text{NCR0}}$)	347
14.1.8	Fraction of N in N-fixing crops ($\text{Frac}_{\text{NCRBF}}$) / N-Anteil in Leguminosen ($\text{Frac}_{\text{NCRBF}}$)	348
14.1.9	Fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product ($\text{Frac}_{\text{Remove}}$) / Anteil der oberirdischen Biomasse, der als Ernteprodukt abgefahren wird ($\text{Frac}_{\text{Remove}}$)	348
14.2	Tables volume: tables related to chapters 14.1.1 to 14.1.9/ Tabellenband: Tabellen zu den Kapiteln 14.1.1 to 14.1.9	349
14.3	Intercomparison of additional information regarding N_2O emissions with those in neighbouring countries / Vergleich von zusätzlichen Informationen zu N_2O-Emissionen mit denen benachbarter Staaten	349
15	Future improvements / Geplante Verbesserungen	351
15.1	Improvements in the description of animal husbandry / Verbesserungen im Bereich Tierhaltung	351
15.2	Improvements in the description of emissions from crops, grassland and arable land / Verbesserungen im Bereich landwirtschaftlicher Nutzpflanzen, Grünland und Ackerland	351
16	Additional information / Zusatzinformationen	353
16.1	The Assessment of Air Temperatures Relevant to Emission Inventories / Die Erfassung relevanter Lufttemperaturen für Emissionsinventare	353
16.1.1	The significance of up-to-date air temperature data / Die Bedeutung von aktuellen Lufttemperaturdaten	353
16.1.2	Assessment of the data required / Erzeugung der benötigten Daten	354
16.2	RAUMIS	356
16.3	Completing of CRF tables (concordance) / Vervollständigung der CRF-Berichtstabellen (Konkordanz)	358
16.3.1	CRF Table 4.A: „Enteric Fermentation“ / CRF-Tabelle 4.A: „Enteric Fermentation“	359
16.3.1.1	Column B: „Population size“ / Spalte B: „Größe der Population“	359
16.3.1.2	Column C: „Average daily energy intake (GE) in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ “ / Spalte C: „Mittlere tägliche Energieaufnahme (GE) in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ “	359
16.3.1.3	Column D: „ CH_4 conversion rate in MJ MJ^{-1} “ / Spalte D: „ CH_4 -Umwandlungsrate in MJ MJ^{-1} “	360
16.3.1.4	Column E: „Implied Emission factors in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$ “ / Spalte E: „Mittlere Emissionsfaktoren in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$ “	361
16.3.1.5	Cells I9 to L9: „Animal weights in kg an^{-1} “ / Zellen I9 bis L9: „Tiergewichte in kg an^{-1} “	362
16.3.1.6	Cells I10 to L10: „Feeding Situation“ / Zellen I10 bis L10: „Fütterung“	363
16.3.1.7	Cells I11 to L11: „Milk yield“ / Zellen I11 bis L11: „Milchleistung“	364
16.3.1.8	Cells I12 to L12: „Work“ / Zellen I12 bis L12: „Arbeit“	364
16.3.1.9	Cells I13 to L13: „Pregnancy“ / Zellen I13 bis L13: „Trächtigkeit“	364
16.3.1.10	Cells I14 to L14: „Digestibility of feed in MJ MJ^{-1} “ / Zellen I14 bis L14: „Verdaulichkeit in MJ MJ^{-1} “	365
16.3.2	CRF Table 4.B(a): „ CH_4 Emissions from Manure Management“ / CRF-Tabelle 4.B(a): CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement“	365

16.3.2.1	Column B: "Population size" / Spalte B: "Größe der Population"	365
16.3.2.2	Column C: „Allocation by climate region“ / Spalte C: „Zuordnung zu einer Klimaregion“.....	365
16.3.2.3	Column F: „Typical animal mass in kg a ⁻¹ “ / Spalte F: „Typische Tiergewichte in kg a ⁻¹ “	365
16.3.3	Column G: "VS annual excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ " / Spalte G: „Jährliche VS-Ausscheidungen in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ “	366
16.3.3.1	Column H: "CH ₄ producing potential (B ₀) in m ³ (kg VS) ⁻¹ CH ₄ " / Spalte H: "CH ₄ -Bildungspotential (B ₀) in m ³ (kg VS) ⁻¹ CH ₄ ".....	366
16.3.3.2	Column I: „Implied Emission factors in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄ " / Spalte I: Mittlere Emissionsfaktoren in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄ "	367
16.3.3.3	Cells N10 to S27: "Additional Information – Animal waste management system in %" / Zellen N10 bis S27: "Zusätzliche Informationen – Wirtschaftsdüngermanagementsysteme in %"	368
16.3.3.4	Cells N10 to S27: "Additional Information – Methane conversion factors in %" / Zellen N10 bis S27: „Zusätzliche Informationen – Methan-Umwandlungsfaktoren in %".....	369
16.3.4	CRF Table 4.B(b): „N ₂ O Emissions from Manure Management" / CRF-Tabelle 4.B(b): "N ₂ O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement"	370
16.3.4.1	Column B: "Population size" / Spalte B: "Größe der Population".....	370
16.3.4.2	Column C: „Nitrogen excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N" / Spalte C: „Stickstoffausscheidungen in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N"	370
16.3.4.3	Columns D to I: „Nitrogen excretion per animal waste management system in kg a ⁻¹ N" / Spalten D bis I: „Stickstoff-Ausscheidung je Wirtschaftsdüngermanagementsystem in kg a ⁻¹ N"	371
16.3.5	CRF Table 4.Ds1: „Agricultural Soils" / CRF-Tabelle 4.Ds1: "Landwirtschaftlich genutzte Böden"	372
16.3.6	CRF Table 4.Ds2: „Agricultural Soils" / CRF-Tabelle 4.Ds2: „Landwirtschaftlich genutzte Böden"	373
16.3.7	CRF Table 5 (IV): "Sectoral background data for land use, land-use change and forestry" / CRF-Tabelle 5 (IV): „Sektorbezogene Hintergrunddaten für Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft"	373
17	Acknowledgements / Danksagung	374
18	References / Literatur	375

Table of Figures / Liste der Abbildungen

Figure 2.1:	Mass flow in agriculture, EMEP/CORINAIR Guidebook Chapter 10	39
Figure 3.1:	Energies considered in animal metabolism.	51
Figure 3.2:	Carbon pools and pathways considered in the calculation files.	57
Figure 3.3:	N flows in an animal subcategory. Mammals	62
Figure 3.4:	N flows in an animal subcategory. Birds.....	69
Figure 4.1:	Development of animal weights for calves, heifers and bulls.	72
Figure 4.2:	Dairy cows, methane conversion rate as a function of milk yield.	82
Figure 4.3:	Heifers, linear relationships between energy requirements and weight	107
Figure 4.4:	Heifers, exemplary cumulative energy requirements	108
Figure 4.5:	Heifers, daily ME, comparison of GfE data and parameterisation.	109
Figure 4.6:	Bulls (male beef cattle), comparison of weight gain data (ADR and HIT data sets)	121
Figure 4.7:	Bulls (male beef cattle), cumulative ME according to Table 4.47.	124
Figure 4.8:	Bulls (male beef cattle), cumulative ME by KTBL and by calculation	124
Figure 5.1:	Weaners, weight gain as a function of weight according to LfL (2004c).....	163
Figure 5.2:	Weaners, ME requirements as a function of live weight.....	165
Figure 5.3:	Weaners, cumulative ME as a function of live weight above 8.5 kg an ⁻¹	165
Figure 5.4:	Fattening pigs, comparison of final live weights (calculation vs. producer data) ...	174
Figure 5.5:	Fattening pigs, ME requirements as a function of live weight.....	176
Figure 5.6:	Fattening pigs, cumulative ME requirements for various weight gains.....	177
Figure 5.7:	Fattening pigs, cumulative ME from constant mean and variable (true) weight gains.	178
Figure 9.1:	laying hens, daily egg production and daily weight gain.....	238
Figure 9.2:	Broilers, reference weight gain, based on GfE (2000, Table 2.3.1).....	251
Figure 9.3:	Broilers, growth relative to reference (r_g , solid trend line, $R^2 = 0.71$).....	251
Figure 9.4:	Broilers, calculated mean duration of fattening period in Germany	253
Figure 10.1:	Turkeys, typical animal weight and weight gain developments	285
Figure 10.2:	Turkeys, weekly feed intake and ME content of a representative feed	285
Figure 12.1:	Above and below ground parts of crops, tuber crops and grasses.....	330
Figure 16.1	Air temperatures, map of annual and springtime means in Germany	355

Table of Tables / Liste der Tabellen

Table 2.1:	List of symbols frequently used for entities	43
Table 2.2:	List of subscripts used to identify source categories and subcategories	43
Table 2.3:	List of subscripts used to identify source categories and subcategories (continued) ..	44
Table 2.4:	Abbreviations used for the German Federal States	44
Table 4.1:	Cattle, categorisation and characterisation	71
Table 4.2:	Straw properties in cattle husbandry	72
Table 4.3:	Cattle, emission factors EF_{NMVOC} relating NMVOC emissions to NH_3 emissions	73
Table 4.4:	Cattle, partial emission factors for NH_3 losses from storage (related to TAN)	73
Table 4.5:	Cattle, partial emission factors for nitrogen oxides losses from storage (related to N_{excr})	73
Table 4.6:	Cattle, partial NH_3 emission factors for application of <i>slurry to arable land</i> (related to TAN)	74
Table 4.7:	Cattle, partial NH_3 emission factors for losses from application of cattle <i>slurry to grassland</i> (related to TAN)	74
Table 4.8:	Cattle, partial NH_3 emission factors for losses from application of <i>manure (FYM) to arable land or grassland</i> (related to TAN)	74
Table 4.9:	Cattle, partial NH_3 emission factors for losses from application of <i>leachate ("Jauche") to arable land or grassland</i> (related to TAN)	74
Table 4.10:	Dairy cows, calculation procedures applied	75
Table 4.11:	Dairy cows, fat content of milk (in % of mass) (statistical data)	76
Table 4.12:	Dairy cows, protein content of milk (in % of mass) (statistical data)	76
Table 4.13:	Heifers, mean weight before slaughtering $w_{live, bf}$ (in $kg\ an^{-1}$) (calculated from statistical data on carcass weights)	77
Table 4.14:	Dairy cows, mean weight before slaughtering (in $kg\ an^{-1}$) (calculated from statistical data on carcass weights)	77
Table 4.15:	Dairy cows, slaughter ages, ages at first calving and resulting life spans (in a)	78
Table 4.16:	Dairy cows, Germany, typical diets according to different milk yields	80
Table 4.17:	Dairy cow housing, amounts of straw input	83
Table 4.18:	Dairy cows, maximum methane producing capacity and methane conversion factors MCF as used in the German inventory	83
Table 4.19:	Dairy cows, N inputs with straw in German dairy cattle houses	89
Table 4.20:	Dairy cows, partial emission factors for NH_3 -N from housing (related to TAN)	91
Table 4.21:	Dairy cows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	93
Table 4.22:	Dairy cows, intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation, daily milk yields, animal weights, pregnancy, digestibility and methane conversion rate (submission 2008)	94
Table 4.23:	Dairy cows, manure management, intercomparison of implied emission factors (submission 2008)	95
Table 4.24:	Dairy cows, intercomparison of N excretion rates and IEF for NH_3 (submission 2008) ..	95
Table 4.25:	Dairy cows, related tables in the Tables volume	96
Table 4.26:	Calves, calculation procedures applied	97
Table 4.27:	Calves, amounts of straw used in German calf houses	100
Table 4.28:	Other cattle, maximum methane producing capacity and methane conversion factors.. MCF as used in the German inventory	100
Table 4.29:	Calves, partial emission factors for NH_3 from housing	101
Table 4.30:	Calves, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	103
Table 4.31:	Calves, related tables in the Tables volume	103
Table 4.32:	Heifers, calculation procedures applied	104
Table 4.33:	Heifers, mean weight before slaughtering as calculated from statistical data ^a on carcass weights (in $kg\ an^{-1}$)	105
Table 4.34:	Heifers, metabolisable energy required for various animal weights and weight gains (in $MJ\ an^{-1}\ d^{-1}$)	107

Table 4.35:	Heifers, diet characteristics (data valid also for bulls for replacement (Aufzuchttrinder) and bulls)	111
Table 4.36:	Heifers, amounts of straw used in German heifer houses	114
Table 4.37:	Heifers, partial emission factors for NH_3 from housing (related to TAN)	115
Table 4.38:	Heifers, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	117
Table 4.39:	Heifers, related tables in the Tables volume	117
Table 4.40:	Bulls (male beef cattle), calculation procedures applied	118
Table 4.41:	Bulls (male beef cattle), mean weight before slaughtering $w_{\text{live, bm}}$ (in kg an^{-1})	119
Table 4.42:	Bulls (male beef cattle), mean weight gains $\Delta w_{\text{bm, ADR}}$ (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)	120
Table 4.43:	Bulls (male beef cattle), mean weight gains as reported in HIT $\Delta w_{\text{bm, HIT}}$ (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$) ..	120
Table 4.44:	Bulls (male beef cattle), mean weight gain before slaughtering as a fraction of national mean weight gains	121
Table 4.45:	Frisian bulls (Schwarzbunte): daily ME requirements as function of animal weight and weight gain	123
Table 4.46:	Fleckvieh bulls, daily ME requirements as function of animal weight and weight gain ...	123
Table 4.47:	Bulls (male beef cattle), cumulative metabolisable energy ΣME required for various animal weights and weight gains (in GJ an^{-1})	123
Table 4.48:	Bulls (mature beef cattle), amounts of straw used in German bull houses	127
Table 4.49:	Bulls (male beef cattle), first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	130
Table 4.50:	Bulls (male beef), related tables in the Tables volume	130
Table 4.51:	Suckler cows, calculation procedures applied	131
Table 4.52:	Suckler cows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	135
Table 4.53:	Suckler cows, related tables in the Tables volume	135
Table 4.54:	Bulls (mature males), calculation procedures applied	136
Table 4.55:	Bulls (mature males), first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	140
Table 4.56:	Bulls (mature males), related tables in the Tables volume	140
Table 4.57:	Other cattle, calculation procedures applied	141
Table 4.58:	Other cattle, intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation, mean animal weights, pregnancy, and digestibility (submission 2008)	145
Table 4.59:	Other cattle, intercomparison of implied emission factors regarding CH_4 from manure management (submission 2008)	146
Table 4.60:	Other cattle, intercomparison of N excretion rates $m_{\text{excr. oc}}$ and mean NH_3 emission factors (submission 2008)	147
Table 4.61:	Other cattle, intercomparison of PM emission factors (submission 2008)	147
Table 4.62:	Other cattle, related tables in the Tables volume	148
Table 5.1:	Pigs, categorisation and characterisation	149
Table 5.2:	Pigs, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions for pigs	150
Table 5.3:	Pigs, partial emission factors for ammonia losses from storage of pig excreta (related to TAN)	151
Table 5.4:	Pigs, partial emission factors for nitrogen oxides and dinitrogen losses from storage of pig excreta (related to N excreted)	151
Table 5.5:	Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig <i>slurry</i> to	152
Table 5.6:	Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig <i>slurry</i> to	152
Table 5.7:	Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig <i>manure</i> (FYM) to arable land or grassland (related to TAN)	152
Table 5.8:	Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig <i>leachate</i> ("Jauche") to arable land or grassland (related to TAN)	152
Table 5.9:	Sows, calculation procedures applied to sows	153
Table 5.10:	Sows, energy requirements of sows as function of stage and number of piglets raised (expert data, GfE 1987)	154

Table 5.11:	Sows, number of piglets raised per birth (primary statistical information).....	155
Table 5.12:	Sows, piglets raised per sow. Correction factors for data gap closing for Federal States in former West Germany.	156
Table 5.13:	 Sows, diets used in sow feeding and related specific energies (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to DM) and nitrogen contents (x_N).....	156
Table 5.14:	Amounts of straw per sow place used in German piglet production systems.....	158
Table 5.15:	Sows, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors..... MCF as used in the German inventory	158
Table 5.16:	Sows, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN).....	160
Table 5.17:	Sows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	160
Table 5.18:	Sows, related tables in the Tables volume	161
Table 5.19:	Weaners, calculation procedures applied	162
Table 5.20:	Weaners, weight at beginning of the fattening period (in $kg\ a^{-1}$) (primary statistical data)	163
Table 5.21:	Weaners, metabolisable energy ME as function of animal weight and weight gain (in $MJ\ a^{-1}\ d^{-1}$).....	164
Table 5.22:	Weaners, diets used, related specific energies (related to DM), and nitrogen contents (x_N).....	166
Table 5.23:	Weaners, amounts of straw used in German weaner houses	168
Table 5.24:	Weaners, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors . MCF as used in the German inventory	168
Table 5.25:	Weaners, partial emission factors for NH_3-N from fattening pig houses, also applied to weaner houses (related to TAN).....	170
Table 5.26:	Weaners, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing.	170
Table 5.27:	Weaners, related tables in the Tables volume.....	171
Table 5.28:	Fattening pigs, calculation procedures applied	172
Table 5.29:	Fattening pigs, weight at beginning of the fattening period (in $kg\ a^{-1}$).....	173
Table 5.30:	Fattening pigs, final weight after fattening (live weight, in $kg\ a^{-1}$).....	173
Table 5.31:	Fattening pigs, weight gain during fattening (in $g\ a^{-1}\ d^{-1}$)	174
Table 5.32:	Fattening pigs, metabolisable energy as function of animal weight and weight gain (in $MJ\ a^{-1}\ d^{-1}$).....	175
Table 5.33:	Fattening pigs, percentage of animals RAM fed in the districts in Lower Saxony (for details see text).....	178
Table 5.34:	Fattening pigs, diets used in fattener feeding, related energies (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to DM), and nitrogen contents (x_N).....	179
Table 5.35:	Fattening pigs, amounts of straw used in German fattening pig houses	180
Table 5.36:	Maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used for fattening pigs in the German inventory	180
Table 5.37:	Fattening pigs, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN) ...	182
Table 5.38:	Fattening pigs, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	183
Table 5.39:	Fattening pigs, related tables in the Tables volume	183
Table 5.40:	Calculation procedures applied to boars	184
Table 5.41:	Boars, diets used, related energies (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to DM), and nitrogen contents (x_N).	185
Table 5.42:	Boars, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used for boars in the German inventory	186
Table 5.43:	Boars, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN).....	188
Table 5.44:	First estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from boars	188
Table 5.45:	Boars, related tables in the Tables volume.....	189
Table 5.46:	Pigs, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (submission 2008)	193
Table 5.47:	Pigs, intercomparison of PM emission factors (submission 2008).....	194
Table 5.48:	Pigs, related tables in the Tables volume	194
Table 6.1:	Sheep, calculation procedures applied	196
Table 6.2:	Sheep and lambs, conversion factors f_{sh} and f_{la} for numbers of sheep and lambs to be applied before 1999	197

Table 6.3:	Sheep, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)	198
Table 6.4:	Sheep, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions	199
Table 6.5:	Sheep, related tables in the Tables volume	200
Table 6.6:	Lambs, calculation procedures applied	201
Table 6.7:	Lambs, related tables in the Tables volume	202
Table 6.8:	Sheep without lambs, calculation procedures applied	203
Table 6.9:	Sheep without lambs, related tables in the Tables volume	204
Table 6.10:	Sheep, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors for sheep (submission 2008)	205
Table 6.11:	Sheep, collective description, related tables in the Tables volume	206
Table 6.12:	Goats, calculation procedures applied	207
Table 6.13:	Goats, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)	208
Table 6.14:	Goats, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (submission 2008)	209
Table 6.15:	Goats, related tables in the Tables volume	210
Table 7.1:	Horses, Conversion factors for numbers of ponies and heavy horses to be applied from 1999 onwards	211
Table 7.2:	Horses, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used for horses in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)	212
Table 7.3:	Heavy horses, calculation procedures applied	213
Table 7.4:	Heavy horses, related tables in the Tables volume	215
Table 7.5:	Light horses and ponies, calculation procedures applied	216
Table 7.6:	Light horses and ponies, related tables in the Tables volume	218
Table 7.7:	Horses, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors for horses (submission 2007)	220
Table 7.8:	Horses, related tables in the Tables volume	220
Table 8.1:	Fur animals, calculation procedures applied	223
Table 8.2:	Fur animals, animal numbers 2000, data obtained by inquiry	223
Table 8.3:	Fur animals, related tables in the Tables volume (data for the year 2000 only)	225
Table 8.4:	Buffalo, calculation procedures applied	226
Table 8.5:	Buffalo, related tables in the Tables volume	229
Table 9.1:	Chickens, categorisation and characterisation	231
Table 9.2:	Poultry, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions	232
Table 9.3:	Poultry, partial emission factors for ammonia losses from storage of poultry excreta (related to UAN entering storage)	232
Table 9.4:	Poultry, partial emission factors for ammonia losses from application of dry poultry manure (related to TAN)	233
Table 9.5:	Poultry, partial emission factors for nitrogen oxides and dinitrogen losses from storage of poultry excreta (related to N excreted)	233
Table 9.6:	Laying hens, calculation procedures applied	234
Table 9.7:	Laying hens, performance data	236
Table 9.8:	Laying hens, diets used in laying hen feeding, related energies (GE , DE and ME related to dry matter DM), and nitrogen content (x_N).	240
Table 9.9:	Laying hens, amounts of straw per hen place used in German laying hen houses ..	241
Table 9.10:	Laying hens, partial emission factors for ammonia losses from storage of laying hens excreta (related to N excreted)	245
Table 9.11:	Laying hens, first estimates of emission factors for particle emissions from housing ..	246
Table 9.12:	Laying hens, related tables in the Tables volume	247
Table 9.13:	Broilers, calculation procedures applied	248
Table 9.14:	Broilers, time series of national-scale animal characteristics as far as available (cumulative carcass weight and animal numbers). Missing data result in model result gaps.	252
Table 9.15:	Broilers, time series of feed properties, ME requirements and feed intake	257
Table 9.16:	Broilers, amounts of straw per place used in German broiler houses	258
Table 9.17:	Broilers, calculated specific N retention	261

Table 9.18:	Broilers, time series of VS excretions, N balance components, and UAN content ...	261
Table 9.19:	Broilers, related tables in the Tables volume	263
Table 9.20:	Pullets, calculation procedures applied	264
Table 9.21:	Pullets, diets used in pullet feeding, related energies (<i>GE</i> , <i>DE</i> and <i>ME</i> related to dry matter <i>DM</i>), and nitrogen contents (x_N)	267
Table 9.22:	Pullets, related tables in the Tables volume	271
Table 10.1:	Other poultry, categorisation and characterisation	273
Table 10.2:	Other poultry, partial emission factors for ammonia losses from storage of poultry excreta (related to UAN entering storage)	274
Table 10.3:	Other poultry, partial emission factors for ammonia losses from application of dry poultry manure (related to TAN)	274
Table 10.4:	Geese, calculation procedures applied.....	275
Table 10.5:	Geese, related tables in the Tables volume.....	277
Table 10.6:	Ducks, calculation procedures applied to ducks	278
Table 10.7:	Ducks, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors <i>MCF</i> as used for ducks in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)	280
Table 10.8:	Ducks, related tables in the Tables volume	282
Table 10.9:	Turkeys, calculation procedures applied	283
Table 10.10:	Turkeys, primary data available	286
Table 10.11:	Turkeys, diets used in turkey production, related energy contents (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to dry matter <i>DM</i>), and nitrogen contents (x_N)	288
Table 10.12:	Turkeys, amounts of straw per place used in German turkey houses	289
Table 10.13:	Turkeys, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions	291
Table 10.14:	Turkeys, related tables in the Tables volume	292
Table 10.15:	Poultry, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (submission 2008)	296
Table 10.16:	Poultry, intercomparison of PM emission factors (submission 2008)	297
Table 10.17:	Poultry, related tables in the Tables volume	298
Table 10.18:	Other poultry, related tables in the Tables volume	298
Table 11.1:	Cultures with fertilisers, calculation procedures applied	299
Table 11.2:	Cultures with fertilisers, recommended amounts of nitrogen fertilisers.....	300
Table 11.3:	Attribution of German national classes of N fertilisers to SNAP categories	301
Table 11.4:	Mineral fertilisers, emission factors for ammonia emissions $\text{kg kg}^{-1} \text{N}$ (EMEP(2007)-B1010-18)	303
Table 11.5:	Sewage sludge applied within agriculture (in Gg a^{-1} dry matter) (statistical data)	311
Table 11.6:	Sewage sludge, nitrogen content (in $\text{g kg}^{-1} \text{N}$, related to dry matter) (statistical data)	311
Table 11.7:	Agricultural crops, NMVOC emission factors $EF_{\text{NMVOC}, i}$ in $\text{kg kg}^{-1} \text{NMVOC}$, and duration of emission (fraction of year, in a^{-1}).....	318
Table 11.8:	Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume	320
Table 12.1:	Cultures without fertilisers, calculation procedures applied	321
Table 12.2:	Crop residues (agricultural crops), data used for the calculation of N_2O , NO and N_2 emissions.....	332
Table 12.3:	Crop residues (horticultural crops), data used for the calculation of N_2O , NO and N_2 emissions.....	333
Table 12.4:	Soils, intercomparison of N_2O emission factors (submission 2008).....	340
Table 12.5:	Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume	340
Table 13.1:	Pesticides, emission factors	342
Table 13.2:	Lime, distribution of the amounts of lime in the New Länder (in Mg CaO).....	343
Table 13.3:	Pesticides and liming, related tables in the Tables volume	344
Table 14.1:	N_2O emissions, intercomparison of fractions explaining direct and indirect emissions (submission 2007)	349
Table 16.1:	Air temperatures in Germany 1961 – 1990 and 1990 – 2007 and correction values	354
Table 16.2:	Information provided for CRF Table 4.A, Column B: Population size	359
Table 16.3:	Information provided for CRF Table 4.A, Column C: Average daily energy intake (<i>GE</i>) in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$	360
Table 16.4:	Information provided for CRF Table 4.A, Column D: CH_4 conversion rate in MJ MJ^{-1}	360

Table 16.5:	Information provided for CRF Table 4.A, Column E: CH ₄ implied emission factors in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄	361
Table 16.6:	Information provided for CRF Table 4.A, Cells I9 to L9: animal weights in kg an ⁻¹ ...	362
Table 16.7:	Information provided for CRF Table 4.A, Cells I10 to L10: Feeding situation (duration and intensity of grazing)	363
Table 16.8:	Information provided for CRF Table 4.A, Cells I11 to L11: Milk yield in kg pl ⁻¹ d ⁻¹	364
Table 16.9:	Information provided for CRF Table 4.A, Cells I13 to L13: Pregnancy	364
Table 16.10:	Information provided for CRF Table 4.A, Cells I14 to L14: digestibility of feed MJ MJ ⁻¹	365
Table 16.11:	Information provided for CRF Table 4.B(a)s1, Column G: VS excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	366
Table 16.12:	Information provided for CRF Table 4.B(a)s1, Column H: Methane producing potential (B ₀) in m ³ (kg VS) ⁻¹ CH ₄	367
Table 16.13:	Information provided for CRF Table 4.B(a)s1, Column I: Implied emission factors in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄	367
Table 16.14:	Information provided for CRF Table 4.B(a)s2, Columns E to I: Additional Information - Animal waste management system in %	368
Table 16.15:	Information provided for CRF Table 4.B(a)s2, Columns E to I: Additional Information - Animal waste management system in %	369
Table 16.16:	Information provided for CRF Table 4.B(b), Column C: nitrogen excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N	370
Table 16.17:	Information provided for CRF Table 4.B(b), Nitrogen excretion per animal waste management system (AWMS), in kg a ⁻¹ N	371
Table 16.18:	Information provided for CRF Table 4.Ds1, Column C: N inputs to soil in Gg a ⁻¹ N ..	372
Table 16.19:	Information provided for CRF Table 4.Ds2, Column C: Values, sectoral background data for agriculture	373
Table 16.20:	Information provided for CRF Table 5 (IV), Cells B10 to B12, CO ₂ emissions from agricultural lime application in Mg a ⁻¹ of lime applied	373

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 regulations (protocols etc.) intend to establish emission ceilings and to introduce abatement measures. For both purposes emission inventories are needed, which are adequately precise and exhibit an adequate resolution both in time and space.

In the relevant international protocols, the parties also commit themselves to use certain procedures for the construction of these inventories. Relevant guidance documents are provided by the Geneva Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (LTRAP, 2005) in form of the Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP /CORINAIR, 3rd edition): Within the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2005), the IPCC Guidelines and Good Practice Guidance (IPCC, 1997, 2000, 2006) provide the tools.

In Germany, the necessary data to describe emissions from agriculture were not available until recently (Dämmgen and Grünhage, 2001). Such data sets were generated for the first time in a project (Döhler et al., 2002) jointly financed by the German Ministries for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and for Consumer Protection, Food and Agriculture (BMVEL). A set of EXCEL® files (GASeous EMISSIONS, GAS-EM) was drawn up to assess the gaseous emissions from German agriculture.

Gasförmige und partikelförmige Emissionen aus der Landwirtschaft sind in Europa

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

Diese Regelungen sehen Emissionsbegrenzungen und die Einführung von emissionsmindernden Maßnahmen vor. Für beides benötigt man hinreichend genaue und zeitlich wie räumlich hinreichend aufgelöste Emissionsinventare.

Gemäß den entsprechenden internationalen Vereinbarungen ist die Menge an Schadstoffemissionen an die jeweils verantwortliche Organisation zu berichten. Die Anforderungen an die Berichterstattung werden in Handreichungen innerhalb des Genfer Luftreinhalteabkommens (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) (CLRTAP, 2005) im Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 3. Auflage), innerhalb der Klimarahmenkonvention (UNFCCC, 2005) in IPCC Guidelines und Good Practice Guidance (IPCC, 1997, 2000) sowie in IPCC (2006) dargestellt.

Die für die Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen in Deutschland benötigten Informationen waren zunächst nicht vorhanden (Dämmgen und Grünhage, 2001). Erste Datensätze nach den internationalen Regeln wurden erst innerhalb eines Gemeinschaftsprojekts der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) (Döhler et al., 2002) erarbeitet. Außerdem wurde ein Satz von EXCEL®-Arbeitsmappen (GASeous EMISSIONS, GAS-EM) erstellt, mit dessen Hilfe die Emissionen ermittelt wurden.

The inventory was to be used as a tool in policy making (cf Dämmgen et al., 2006; Gauger et al., 2006). Therefore it was constructed in a way that it also includes techniques which are not customary in Germany. As decisions on alterations of houses or on the introduction of new techniques are made on the farm level, the method has to be suitable for the calculation of (typical) emissions of single farm enterprises.

The procedures used for these calculations as well as the data base involved are described in detail in this documentation.

As the approaches of the first inventory were at least partly unsatisfactory, they permanently have been developed and updated. The version used for the present inventory is based on results described in Döhler et al. (2002), but it makes use of the latest available editions of the international guidelines, i.e. of EMEP/CORINAIR (3rd edition), including draft chapters of the Guidebook, as well as IPCC (1997, 2000). It also includes results of international co-operation between experts (EAGER, 2007).

The text on hand updates the data base and calculation procedures described in Dämmgen et al. (2007). The number of sources dealt with using a detailed methodology increased. It serves as comprehensive documentation of the details of all calculations performed.

Due to space limitations in the following text, equations, tables, figures, and maps are presented in an English Version only. For technical reasons, also in the German text related links are named in English, i. e. Table instead of Tabelle, Figure instead of Abbildung, and Map instead of Karte.

Das Inventar sollte darüber hinaus als Instrument der Politikberatung geeignet sein (vgl. Dämmgen et al., 2006; Gauger et al., 2006). Es sollte also die Erstellung von Szenarien auch unter Einbeziehung von Techniken erlauben, die derzeit in Deutschland nicht üblich sind. Da Entscheidungen über Veränderungen von Gebäuden, Techniken oder zeitlichen Planungen aber letztlich auf Betriebsebene fallen, sollten die Berechnungsansätze im Prinzip dazu nutzbar sein, einzelne Betriebe mit ihren typischen Eigenschaften abzubilden.

Die Verfahren, die bei diesen Berechnungen eingesetzt wurden, und die verwendeten Datengrundlagen werden in der nachfolgenden Beschreibung ausführlich dargestellt.

Die zum Teil unbefriedigenden Ansätze des ersten Inventars wurden beständig verbessert und weiter entwickelt. Die hier verwendete Version bezieht sich weitgehend auf die in Döhler et al. (2002) erarbeiteten Ergebnisse, verwendet aber die jeweils neuesten Ausgaben der internationalen Regelwerke (EMEP/ CORINAIR, 3. Auflage) einschließlich der als Entwurf verfügbaren Kapitel des Guidebook sowie IPCC (1997, 2000) und bezieht Ergebnisse ein, die im internationalen Vergleich benachbarter Staaten erarbeitet wurden (EAGER, 2007).

Der vorliegende Text aktualisiert die bei Dämmgen et al. (2007) zuletzt beschriebenen Datengrundlagen und Rechenverfahren und behandelt zusätzliche Quellgruppen nach detaillierten Verfahren. Er dient als umfassende Dokumentation der Einzelheiten sämtlicher Rechnungen.

Aus Platzgründen werden im nachfolgenden Text neben Gleichungslegenden auch Tabellen, Abbildungen und Karten lediglich in englischer Fassung dargestellt. Aus technischen Gründen erfolgen die Verweise auf Table, Figure und Map anstelle von Tabelle, Abbildung und Karte.

2 Scope and structure of the inventory and basic definitions/ Gegenstand und Struktur des Inventars und wichtige Definitionen

2.1 Scope of the inventory / Gegenstand des Inventars

EMEP(2000)-B1000-1 regards only emissions from arable and animal agriculture themselves and those (indirect) emissions which can directly be traced back to agricultural activities as agricultural emissions.

Emissions from activities preceding agriculture (e.g. the production and transport of mineral fertilisers), emissions from vehicles (including tractors) or stationary installations are dealt with under the categories "production processes" (SNAP 04 04 00), "other mobile sources" (SNAP 08 06 00) and "non-industrial combustion plants" (SNAP 02 03 00).

Nach EMEP(2000)-B1000-1 werden nur die Emissionen aus den bewirtschafteten Nutzflächen und der Tierhaltung selbst und die unmittelbar auf sie zurückzuführenden indirekten Emissionen als Emissionen aus der Landwirtschaft bezeichnet.

Emissionen aus dem Vorleistungsbereich (etwa Düngemittelherstellung und -transport), aus dem Betrieb von Fahrzeugen (einschließlich Schlepper) oder stationären Einrichtungen werden unter den Kategorien „production processes“ (SNAP 04 04 00), „other mobile sources“ (SNAP 08 06 00) und „non-industrial combustion plants“ (SNAP 02 03 00) erfasst.

2.2 Choice of methodologies / Zur Methodenwahl

In accordance with IPCC(2006)-10.26 we distinguish between the following methodologies:

- **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, in particular (variable) animal performance and feed properties.

Unterschieden werden bei den Rechnungen mit IPCC(2006)-10.26 die folgenden Verfahren:

- **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 landestypische Emissionsfaktoren benutzen;
- **Stufe-3-Verfahren**, die im Detaillierungsgrad der Beschreibung über eine Stufe-2-Verfahren hinausgehen und beispielsweise Leistungsdaten und Futterzusammensetzung als Variable betrachten.

2.3 Structure and Terminology of the model GAS-EM, Version 2008 / Das Modell GAS-EM Version 2008, Aufbau und Begriffe

GAS-EM is a modular programme⁵ to estimate gaseous and particulate emissions from animal agriculture and crop production including professional horticulture.

Wherever possible, the calculation procedures reflect those fluxes of matter which result in a matter exchange between the atmosphere and agricultural production systems. In principle, GAS-EM is a mass flow model without temporal

GAS-EM ist ein modulares Tabellenkalkulationsprogramm⁵ zur Abschätzung gasförmiger und partikelförmiger Emissionen aus Tierhaltung und Pflanzenbau in der Landwirtschaft und dem kommerziellen Gartenbau.

Die verwendeten Rechenverfahren bilden – wo immer das möglich ist – diejenigen Stoffflüsse in der Landwirtschaft ab, die zu einem Stoffaustausch zwischen der Atmosphäre und landwirtschaftlichen Produktionssystemen führen. GAS-

⁵ This programme was established under Excel 97.

dynamics (steady state model).

According to the procedures given in EMEP/CORINAIR (2002), GAS-EM calculates emissions from emission factors and the respective statistical data (activities). The general structure of the programme goes along with the structuring of the EMEP/CORINAIR (2002 and later) guidebook.

For important realms, GAS-EM allows to calculate subnational (regional) and national emission factors.

The methodology also allows the calculation of typical emissions of a single farm. This connects the methodology to that serving the UN ECE Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) (European Union, 2005).

Emission factors and activities used in GAS-EM are made compatible with those used in the RAINS model (Amann et al., 2000) to calculate emission scenarios within UN ECE and the EU.

The overall structure of the model follows is in line with the organisation of the Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 2002 ff). The respective matter fluxes are quantified according to Figure 2.1.

The agricultural production system is divided into subsystems each of which can be balanced, i.e.

- 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.

Fluxes into these subsystems from sources other than agriculture are animal feeds, bedding material (e.g. wood chippings), mineral fertilisers, imported animal manures. Also, 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.

EM ist daher im Prinzip ein Stoffflussmodell ohne zeitliche Dynamik (Gleichgewichtsmodell).

Entsprechend den in EMEP/CORINAIR (2002) angegebenen Richtlinien berechnet GAS-EM die Emissionen aus Emissionsfaktoren bzw. -funktionen und darauf bezogenen statistischen Daten (Aktivitäten).

GAS-EM erlaubt in wichtigen Teilbereichen die Berechnung subnationaler (regionaler) und nationaler Emissionsfaktoren.

Es ist sichergestellt, dass das Verfahren auch erlaubt, einzelne Bauernhöfe als typische Quellen zu berechnen. Dadurch wird die Verbindung zum UN ECE Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) (European Union, 2005) hergestellt.

Die Emissionsfaktoren und Aktivitäten, die für die Berechnung von Szenarien innerhalb von UN ECE und EU im RAINS-Modell (Amann et al., 2000) verwendet werden, werden mit GAS-EM abgestimmt.

Der Aufbau des Gesamtprogramms folgt der Gliederung des Handbuchs von EMEP/CORINAIR (2002 ff). Dabei werden Stoffflüsse entsprechend Figure 2.1 quantifiziert.

Die Produktionsverfahren im System „Landwirtschaft“ finden in bilanzierbaren Subsystemen statt. 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“.

Flüsse in diese Subsysteme von außerhalb erfolgen mit Futtermitteln, Einstreu (z.B. Sägemehl), Mineraldüngern, importierten Wirtschaftsdüngern, aber auch auf natürliche Weise aus der Luft (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, insbesondere durch 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.

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.

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 werden dann ebenfalls insbesondere in die Bildung von N_2O eingreifen. Auch diese indirekten N_2O -Emissionen werden der Quelle „Landwirtschaft“ zugeordnet.

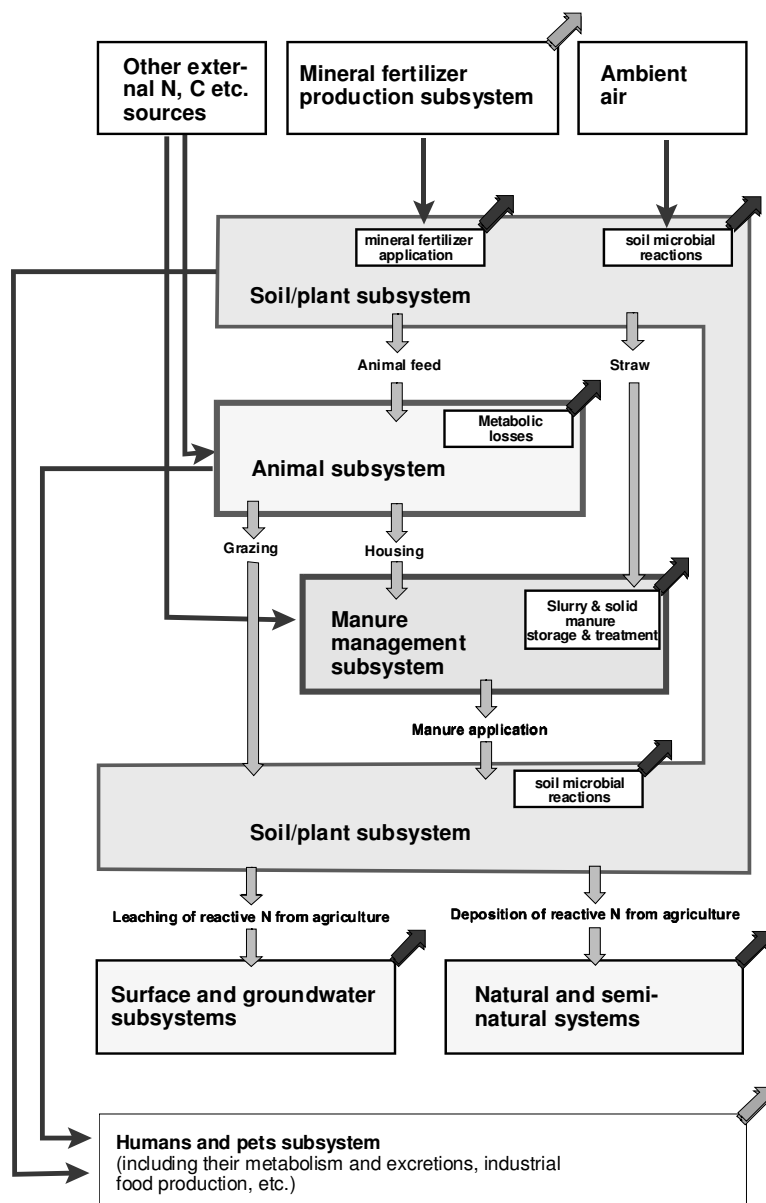


Figure 2.1: Mass flow in agriculture, EMEP/CORINAIR Guidebook Chapter 10

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).

2.4 Structure of the chapters documenting data sources and methodologies / Aufbau der Kapitel, die die Datenquellen und die Rechenverfahren dokumentieren

General information on the structure and application of flow model for energy, carbon and nitrogen are provided and discussed in Chapter 0.

For each emitting category, a documenting chapter is provided. If possible, these chapters have the same internal structure. The chapters describing processes in animal production (Chapters 4 to 10) have the following contents:

- Short description of the respective category or subcategory
- Overview on the methods used to calculate emissions from the various sources involved and their respective resolution in time and space
- Activity and performance data
- Energy requirements
- Feed requirements and feed composition
- Methane from enteric fermentation
- Methane from manure management
- NMVOC emissions
- Emissions of nitrogen species
- Emissions of particles
- Intercomparison of implied emission factors and emission explaining variables with those in neighbouring countries
- Reference to information provided in the Tables volume

The description of processes in plant production (Chapters 11 bis 13) is analogous.

Wherever necessary, gap closing procedures are described.

Uncertainties are given for both activity data and emission factors.

Allgemeine Informationen über Struktur und Anwendung von Fluss-Modellen von Energien, Kohlenstoff und Stickstoff, finden sich in Kapitel 0.

Für jede Emittentenkategorie ist ein dokumentierendes Kapitel angelegt. Diese Kapitel haben, soweit möglich, stets den gleichen Aufbau. Für die Beschreibung der Verfahren der Tierproduktion (Kapitel 4 bis 10) sind dies:

- Kurzbeschreibung der Kategorie oder Unterkategorie
- Übersicht über die für die Berechnung der Emissionen aus unterschiedlichen Quellen angewendeten Verfahren und die räumliche und zeitliche Auflösung
- Aktivitäts- und Leistungsdaten
- Energiebedarf
- Futterbedarf und Futterzusammensetzung
- Methan aus der Verdauung
- Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement
- NMVOC-Emissionen
- Emissionen von Stickstoff-Spezies
- Partikel-Emissionen
- Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten
- Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen.

Die Beschreibungen der Quellen der Pflanzenproduktion (Kapitel 11 bis 13) folgt dem Muster sinngemäß.

Wo immer dies nötig ist, werden Verfahren zum Schließen von Datenlücken beschrieben.

Aktivitätsangaben und Emissionsfaktoren sind mit einer Schätzung der jeweiligen Unsicherheit versehen.

2.5 Structure of the EXCEL® calculation workbooks / Aufbau der EXCEL®-Rechenmappen

For each type of emitter (e.g. emissions from cultures with fertilisers, dairy cows, turkeys) a calculation workbook (EXCEL® file) 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 are provided. In addition, sheets are added for supplementary calculations and comments.

Für jeden Emittententyp (z.B. Emissionen aus gedüngten Kulturen, Milchkühe, Puten) wird eine Rechen- oder Arbeitsmappe (EXCEL®-Datei) 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 Rechenblättern angelegt. Zusätzlich sind ein Blatt für Nebenrechnungen und ein Blatt für Kommentare beigelegt.

Calculations are performed using sheets which reflect the internal structure of the respective subsystem (soil/plant subsystem, animal subsystem, etc.).

The names X are an abbreviation deduced from the emitter subcategory's name (e.g. "CDC" for "cattle: dairy cattle", or "SCG" for "soils, crops, grasslands").

In the sheet **X_modif** all **changes** made to the workbook X are documented, including the date and the person dealing with the change.

The input **sheet X_freq** contains the cells for the input of the respective national or regional statistical data which *vary with time*, their transformation or assembly to SNAP⁶ categories. Wherever frequency distributions must add up to 100 %, a control cell indicates errors in the data input. Data are input into sheet X_freq by a macro which reads the respective data from the sheet X_Kreise (see below).

The input **sheet X_exp** contains the parameters *constant with time* needed to derive emission factors or functions as well as the relevant emission factors (simpler and detailed methodologies).

The output **sheet X_o** present the results obtained in tables. In addition to the emission factors themselves they contain those variables which are needed to explain the emission factors according to the international guidelines (UN ECE 2002; 2002; EMEP(2004)-GPG-1; IPCC 2000) and for the national requirements according to information provided by the German Umweltbundesamt.

Data compiled in the output sheet X_o is transferred to the sheet X_Ergebnis (see below) by a macro.

Calculation sheets (X_ent_fer, X_C_cal and X_N_cal, X_PM) allow the processing of input data. All calculation steps are considered. Therefore, separate sheets are provided for emissions from enteric fermentation, of C and N species from manure management and of particulate matter

For **supplementary calculations**, e.g. the calculation of duration of the grazing period from dates (days and months) sheet **X_sup_cal** is provided.

Comments are listed on a **comment sheet X_comm**. The comments are hyper-linked to those locations where they are needed.

A sheet **X_Kreise** contains all data related to German **municipal and rural districts** to be fed into the X_freq sheet.

The sheet **X_Ergebnis** collates the **results**

Die Rechnungen werden, soweit dies geht, in Rechenblättern zusammengefasst, die die einzelnen Subsysteme (soil/plant subsystem, animal subsystem etc.), widerspiegeln.

Als Namen X der Arbeitsmappen wurden Kürzel gewählt (z.B. „CDC“ für „cattle: dairy cattle“, oder „SCG“ für „soils, crops, grasslands“).

Das Tabellenblatt **X-modif** dokumentiert alle in der Rechenmappe X vorgenommenen **Änderungen** mit Angabe der Zeit und des Bearbeiters.

Das **Eingabeblatt X_freq** enthält die Datenfelder für die Eingaben *zeitlich variabler* nationaler statistischer Daten auf Kreisebene, deren Umrechnung bzw. Zusammenführung zu SNAP-Kategorien⁶ sowie von Emissionsfaktoren. Bei Häufigkeiten, deren Summen jeweils 100 % sein müssen, ist eine Kontrollzelle angelegt, die auf Eingabefehler hinweist. Die Daten für das Eingabeblatt X_freq werden mittels Makro aus dem Tabellenblatt X_Kreise (s. u.) eingelesen.

Das **Eingabeblatt X_exp** enthält die zur Berechnung von Emissionsfaktoren oder – funktionen nötigen *zeitlich konstanten* Angaben sowie die relevanten Emissionsfaktoren (einfache und detaillierte Methode).

Auf dem **Ausgabeblatt X_o** sind die Ergebnisse der Emissionsberechnungen in Tabellen zusammengestellt. Es enthält außerdem die resultierenden Emissionsfaktoren sowie diejenigen Variablen, die zur Erklärung der Emissionsfaktoren in den internationalen Richtlinien (UN ECE, 2002; EMEP(2004)-GPG-1; IPCC 2000) sowie für den nationalen Gebrauch nach Angaben des Umweltbundesamtes benötigt werden.

Die Daten im Ausgabeblatt X_o werden mittels Makro in das Ergebnisblatt X_Ergebnis (s. u.) ausgelesen.

Die **Rechenblätter X_ent_fer, X_C_cal und X_N_cal, X_PM** verrechnen die Input-Daten und enthalten alle Rechenschritte. Es handelt sich um getrennte Rechenblätter für Emissionen aus der Verdauung, für die Emission von C- und N-Spezies aus dem Dünger-Management und für Emissionen von Partikeln.

Die Berechnung von Hilfsgrößen, etwa der Länge der Weidedauer aus Datumsangaben, wird auf dem **Hilfsrechnungenblatt X_sup_cal** durchgeführt.

Kommentare sind auf dem **Kommentarblatt X_comm** abgelegt und mit den kommentierten Stellen durch Hyperlink verknüpft.

Das Tabellenblatt **X_Kreise** enthält alle in das X_freq-Blatt **einzulesenden Informationen** der deutschen Stadt- und Landkreise.

Auf dem Tabellenblatt **X_Ergebnis** werden

⁶ SNAP: Selected Nomenclature for Air Pollutants (EMEP BNPA-1)

obtained for the various districts and allows for the calculation of **aggregated data** for the Federal States and Germany as a whole.

die **berechneten Größen** für die einzelnen Kreise zusammengeführt. Zusätzlich erfolgt die **Berechnung aggregierter Daten** für die Bundesländer und für Deutschland.

2.6 Units and Symbols / Einheiten und Symbole

2.6.1 Units / Einheiten

SI units are used throughout. For standards, recommendations, symbols and units we refer to IUPAC⁷ (1993) and IUPAP⁸ (1987). Their usage is compulsory for most partners to the convention and for Germany (Bundesminister für Wirtschaft 1969, 1970).

Special units used in agricultural sciences and in micrometeorology are used according to Monteith (1984) and Reifsnnyder et al. (1991).

According to these rules, entities are always written in italics, scalars (figures), units, (explaining) indices and operators (sin, lg, +, d) upright.

In contrast to other (not SI conform) practice we use

a	year
ha	hectare
Mg	Megagramme (t can be used if adequate)
Gg	Gigagramme (kt is avoided)
Tg	Teragramme (million t is avoided)

The unit dt (deciton) is not used.

Often units have to be explained. This explanation is given after the units, e.g.

7 kg ha⁻¹ a⁻¹ NH₃-N, **not** 7 kg NH₃-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.

Units should not be language specific. In order to simplify notation the following units are introduced (cf. definitions in Chapter 2.7):

an	animal
pl	animal place
ro	animal round
cy	number of rounds per year
eg	egg

Es werden ausschließlich SI-Einheiten und Symbole nach IUPAC⁷ (1993) bzw. IUPAP⁸ (1987) benutzt, deren Gebrauch für Deutschland vorgeschrieben ist (Bundesminister für Wirtschaft 1969, 1970).

Spezielle Einheiten, die in den Landwirtschaftswissenschaften und der Mikrometeorologie verwendet werden, benutzen wir wie bei Monteith (1984) und Reifsnnyder et al. (1991).

Größen werden dabei stets kursiv geschrieben, Skalare (Zahlen), Einheiten, (erläuternde) Indizes und Operatoren (sin, lg, +, d) steil.

Entgegen anderen, nicht SI-konformen Gepflogenheiten werden verwendet

a	Jahr
ha	Hektar
Mg	Megagramm (auch t)
Gg	Gigagramm (kt wird nicht verwendet)
Tg	Teragramm (Mio. t wird nicht verwendet)

Die Einheit dt (Dezitonne) wird nicht verwendet.

Die Erläuterungen zu Einheiten werden nach den Einheiten angegeben, also

7 kg ha⁻¹ a⁻¹ NH₃-N, **nicht** 7 kg NH₃-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).

Einheiten sollten nicht sprachspezifisch sein. Zur Erleichterung der Schreibweise werden folgende Einheiten neu eingeführt (siehe die Definitionen in Kapitel 2.7):

an	Tier
pl	Tierplatz
ro	Durchgang
cy	Durchgangszahl
eg	Ei

⁷ IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry

⁸ IUPAP: International Union of Pure and Applied Physics

2.6.2 Symbols / Symbole

Table 2.1 provides a list of symbols used frequently, Table 2.2 collates the subscripts used to characterise the various source categories, and Table 2.4 the abbreviations used for the German Federal States (Bundesländer).

Table 2.1 gibt eine Auflistung häufig gebrauchter Symbole, Table 2.2 die Indizes, die zur Charakterisierung von Quellen benutzt werden, und Table 2.4 die der verwendeten Abkürzungen für die Bundesländer.

Table 2.1: List of symbols frequently used for entities

α	time units conversion factor	Umrechnungsfaktor für Zeiteinheiten
A	area	Fläche
β	mass units conversion factor	Umrechnungsfaktor für Masseneinheiten
γ	stoichiometric conversion factor of mass	Stöchiometrischer Umrechnungsfaktor für Massen
DM	dry matter	Trockensubstanz
E	emission	Emission
EF	emission factor	Emissionsfaktor
η	energy content	Energiegehalt
F	mass flow	Massenfluss
IEF	implied emission factor	resultierender Emissionsfaktor
M	molar mass	Molmasse
m	mass	Masse
n	number	Anzahl
t	temperature	Temperatur
TS	dry matter	Trockensubstanz
τ	time span	Zeitdauer
w	weight	(Tier-) Gewicht (Masse)
X, x	fraction	relativer Anteil

Table 2.2: List of subscripts used to identify source categories and subcategories

arable	arable land	Ackerland
bf	heifers (beef cattle, female)	Färsen
bm	bulls (beef cattle, male)	Mastbullen
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
ew	ewes	Mutterschafe
fert	mineral fertiliser	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	bulls (mature males)	Zuchtbullen
MM	manure management	Wirtschaftsdüngermanagement
NF	nitrogen fixation	Stickstoff-Fixierung
oc	other cattle (cattle other than dairy cows)	Rinder ohne Milchkühe
os	other sheep (sheep other than lambs)	Schafe ohne Lämmer
pest	pesticides	Pflanzenschutzmittel

Table 2.3: List of subscripts used to identify source categories and subcategories (continued)

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
we	weaners	Aufzuchtferkel

Table 2.4: Abbreviations used for the German Federal States

BB	Brandenburg
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
HE	Hessen
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen
NW	Nordrhein-Westfalen
RP	Rheinland-Pfalz
SL	Saarland
SN	Sachsen
ST	Sachsen-Anhalt
SH	Schleswig-Holstein
TH	Thüringen
StSt	So-called City States (Stadtstaaten): Berlin, Bremen and Hamburg (expressed as sum or weighted mean of the respective city states)

2.7 Terminology / Begriffe

2.7.1 The terms “animal number” and “animal place” / Die Begriffe „Tierzahlen“ und „Tierplätze“

In this inventory, the term “animal place” or “place” (unit: pl) is used to describe the number of animals counted at a certain date, which is German census practice. The term “place” does not describe the number of places in animal houses potentially used for animal production. The number of places thus defined is equal to the IPCC term “population” (IPCC, 2006), c.f. Dämmgen and Hutchings (2008).

In special cases, the terms “animal place” and “animal” may be equivalent, e.g. when weight gains are concerned. In the respective equations and their legends, care is taken to describe the respective procedure unambiguously.

In diesem Inventar steht der Begriff „Tierplatz“ oder „Platz“ (Einheit: pl) nicht für einen potenziell für die Produktion verfügbaren Tierplatz, sondern bezeichnet den tatsächlich zur Produktion besetzten Tierplatz. Dies entspricht der Praxis der Tierzählung in Deutschland und ist konsistent mit dem Begriff der Population in IPCC (2006), siehe auch Dämmgen und Hutchings (2008).

Im besonderen Fall können Äquivalenzen zwischen „Platz“ und „Tier“ auftreten (z. B. bei Gewichtszuwachs). Es ist Sorge getragen, dass die Gleichungen und Einheiten deutlich machen, welche Zusammenhänge jeweils beschrieben werden.

2.7.2 Periods of time: the term “animal round” and related entities / Zeiten: Der Begriff „Durchgang“ und damit zusammenhängende Größen

An “animal round” describes the time span of a production process in animal production. Per

„Durchgang“ bezeichnet einen zeitlich abgegrenzten Produktionsvorgang in der landwirt-

animal round, one animal is kept or produced per place (unit: $ro = an\ pl^{-1}$).

Based on the definition of "animal round" the number of rounds per year (n_{round} or n_{cy}) has the unit $cy = ro\ a^{-1} = an\ pl^{-1}\ a^{-1}$.

The time span of an animal round, τ_{round} , is given by dividing one year (defined by $\alpha = 365\ d\ a^{-1}$) by the number of rounds per year. The resulting unit is days per round ($d\ ro^{-1}$).

The time span of an animal round comprises the animal life span and the service time prior to or between the respective housing periods.

$$\tau_{round} = \tau_{lifespan} + \tau_{service} \quad (2.1)$$

where

τ_{round}	duration of animal round ($d\ ro^{-1}$)
$\tau_{lifespan}$	animal lifespan ($d\ ro^{-1}$)
$\tau_{service}$	service time ($d\ ro^{-1}$)

schaftlichen Tierhaltung. Pro Durchgang wird ein Tier pro Platz gehalten oder produziert (Einheit: $ro = an\ pl^{-1}$).

Die „Durchgangszahl“ n_{round} oder n_{cy} ist definiert als die Anzahl von Durchgängen pro Jahr (Einheit: $cy = ro\ a^{-1} = an\ pl^{-1}\ a^{-1}$).

Die Durchgangsdauer, τ_{round} , ergibt sich aus der Division eines Jahres (definiert als $\alpha = 365\ d\ a^{-1}$) durch die Durchgangszahl n_{cy} . Als Einheit ergibt sich Tage pro Durchgang ($d\ ro^{-1}$).

Die Durchgangsdauer ist die Summe aus der Tierlebenszeit und einer vor einem neuen Durchgang evtl. erforderlichen Reinigungszeit.

2.7.3 Animal weight definitions / Tiergewicht-Definitionen

2.7.3.1 Initial weight, final weight and slaughter weight / Anfangs-, End- und Mastgewicht

The animal start and final weights w_{start} and w_{fin} are the animal weights at the respective phase in the animal's life. If there is only one phase, then the start weight denotes the weight at birth or hatching. When animals are fattened, the final weight may be called fattening weight ("Mastgewicht").

As final live weights may not be accessible, they may have to be derived from carcass weight using the slaughter yield (see Chapter 2.7.3.5 for details). These data often fall below the final live weights reported in fattening and breeding experiments. At present, these differences cannot be quantified, nor can they be explained. That is why this inventory does not differentiate between them.

The German expression "Schlachtgewicht" (literally: slaughter weight) is ambiguous. Whereas the English word refers to the animal immediately before slaughtering, the German word is used to describe the weight before and after slaughtering. In the latter case it is synonymous with carcass weight. The correct meaning of the German expression "Schlachtgewicht" is given by the context.

Sinngemäß bezeichnen Anfangsgewicht w_{start} und Endgewicht w_{fin} die Masse des lebenden Tieres zu Beginn bzw. am Ende eines Lebensabschnittes. Gibt es nur einen einzigen Lebensabschnitt, steht der Begriff „Anfangsgewicht“ für das Geburts- bzw. Schlüpfgewicht. Das Endgewicht wird bei Masttieren auch als Mastgewicht bezeichnet.

Endgewichtdaten werden mangels anderer Datenquellen oftmals aus der Schlachtausbeute errechnet (s. Kapitel 2.7.3.5), wobei sich häufig Werte ergeben, die niedriger sind als aus Mast- und Zuchtversuchen berichtete Endgewichte. Die Differenzen können derzeit nicht quantifiziert werden, weshalb im Folgenden nicht bzgl. der unterschiedlich definierten Endgewichte unterschieden wird.

Vorsicht ist beim Begriff „Schlachtgewicht“ angebracht: Im Englischen bezeichnet „slaughter weight“ das Gewicht unmittelbar vor der Schlachtung, während im Deutschen „Schlachtgewicht“ gelegentlich auch für das Gesamtgewicht der nach Schlachtung verwertbaren Tieranteile verwendet wird. Die jeweils korrekte Bedeutung geht aus dem Kontext hervor.

2.7.3.2 Weight gain and weight gain rate / Zuwachs und Zuwachsrate

Weight gain is defined as the difference

Als Zuwachs während einer Lebensphase be-

between the start and final weights in a phase of life:

zeichnet man die Differenz von Anfangs- und Endgewicht:

$$\Delta w = w_{\text{fin}} - w_{\text{start}} \quad (2.2)$$

where

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 is the weight gain rate $\Delta w/\Delta t$, (see eq. (2.3)). In this case, the unit “animal” (an) is equivalent with the unit “animal place” (pl), as eq. (2.2) relates to the overall life span.

Das Verhältnis von Zuwachs zu Lebensspanne ergibt die mittlere Zuwachsrates $\Delta w/\Delta t$, Gleichung (2.3). Die Einheit „Tier“ (an) ist hier äquivalent zur Einheit „Platz“ (pl), da Gleichung (2.2) sich auf den gesamten Lebensabschnitt bezieht.

$$\frac{\Delta w}{\Delta t} = \frac{\Delta w}{\tau_{\text{lifespan}}} \quad (2.3)$$

where

$\Delta w/\Delta t$	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 ro ⁻¹)

2.7.3.3 Mean weights / Mittlere Gewichte

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.

2.7.3.4 Metabolic weight and cumulative metabolic weight / Metabolisches und kumuliertes metabolisches Gewicht

The calculation of the daily energy requirements for maintenance (see Chapter 3.2.2) presupposes the knowledge of the metabolic animal weight. This is defined as follows:

Die Berechnung des täglichen Energiebedarfs für Erhaltung (siehe Kapitel 3.2.2) beruht auf der Kenntnis des metabolischen Tiergewichts. Dieses ist wie folgt definiert:

$$w_{m,j} = w_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{w_j}{w_{\text{ref}}} \right)^m \quad (2.4)$$

where

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

If the maintenance energy for a whole lifespan

Gleichung (2.4) ist zu integrieren, wenn der

has to be assessed, eq. (2.4) has to be integrated. This results in a cumulative (an accumulated) metabolic weight as in eq. (2.5).

Erhaltungsenegiebedarf einer gesamten Lebensspanne benötigt wird. Es ergibt sich das kumulierte (oder auch: kumulative) metabolische Gewicht, siehe Gleichung (2.5).

$$\Sigma W = \sum_{j=1}^{k_{fin}} \tau_{day} \cdot w_{m,j} \quad (2.5)$$

where

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

2.7.3.5 Carcass weight / Gewicht nach Schlachtung

The carcass weight is the animal weight after slaughtering without those parts of the body which are (have to be) removed.

Das Gewicht nach Schlachtung ist das um die Masse der nicht verwertbaren Tieranteile verminderte Lebendgewicht vor Schlachtung.

The ratio between live weight before slaughtering and the carcass weight is called slaughter yield c_w .

Das Verhältnis der beiden Gewichtsangaben wird als Schlachtausbeute-Faktor, Ausschachtung oder Ausschachtungsgrad c_w bezeichnet.

$$w_{carcass} = c_w \cdot w_{fin} \quad (2.6)$$

where

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

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

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

$$w_{carcass,i} = \frac{m_{slaughtered,i}}{n_{slaughtered,i}} \cdot \beta \quad (2.7)$$

where

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

2.7.4 The terms “emissions” and “emission factors” / Die Begriffe „Emissionen“ und „Emissionsfaktoren“

Strictly spoken, the term “emission” denotes the process of transferring matter from a source into the free atmosphere (German standard VDI

Der Begriff „Emission“ beschreibt nach VDI 2450 den Vorgang des Übertritts eines Stoffes in die offene Atmosphäre. Diese Stoffströme wer-

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 3.5), the mass emitted is subsequently denoted by the symbol M .

$$E_i = \frac{\Delta M_i}{\Delta \tau} \quad (2.8)$$

$$E_i = \frac{1}{A} \cdot \frac{\Delta M_i}{\Delta \tau} \quad (2.9)$$

where

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

Emission factors (symbol used at present 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).

$$EF = \frac{E_i}{n_i} \quad (2.10)$$

where

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")

Note that contrary to the inventory presented here, units and symbols used in the descriptions at present applied in the guidance documents to assess emission rates and emission rate densities are usually not following the standards, and they are partly inconsistent.

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.

$$IEF = \frac{\sum E_i}{\sum n_i} \quad (2.11)$$

den 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 (s. Kapitel 3.5) wird die emittierte Masse eines Stoffes nachstehend mit dem Symbol M bezeichnet.

Emissionsfaktoren (Symbol gegenwärtig 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.

Zu beachten ist, dass im Gegensatz zum vorliegenden Inventar die in den Regelwerken derzeit angewendeten Beschreibungen zur Ermittlung von Emissionsströmen und Emissionsstromdichten hinsichtlich des Gebrauchs von Größen, Einheiten und Schreibweisen teilweise von der Norm abweichen und inkonsistent sind.

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

where

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")

2.8 Translation of technical terms / Die Übersetzung von Fachbegriffen

The translation of technical terms makes use of the "Glossary of terms on livestock manure management 2003" (RAMIRAN, 2003).

As the expression "Tier" may lead to misunderstandings (the German "Tier" means "animal"), the German text of this description refers to "Stufe" ("step") rather than "Tier".

Die Übersetzung von Fachbegriffen orientiert sich am „Glossary of terms on livestock manure management 2003“ (RAMIRAN, 2003).

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

2.9 Treatment of data gaps / Umgang mit Datenlücken

In this inventory, data gaps in relevant statistics are treated as follows:

- Not for all the animal numbers and land use data needed a German national census is performed annually. Thus, data sets, which are missing, are replaced by the latest available data set for a preceding year. This also applies to frequency distributions for housing types etc. which were modelled with RAUMIS (Chapter 16.2) (Heinrichsmeyer et al., 1996) which were calculated at the FAL Institute for Rural Studies.
- Single data missing for rural districts due to data protection, i.e. animal numbers for a single animal category, result in missing emissions and emission factors for that district. However, these animal numbers are considered when calculating the respective Länder data, where the respective animal number totals are multiplied with the weighted mean of the emission factors derived from the rural districts.
- Missing data due to data protection for the city states (Berlin, Bremen, Hamburg) are considered to be zero in this inventory.

Procedures deviating from those mentioned here are described in detail in special paragraphs "data gap closure".

Datenlücken in den Statistiken werden in diesem Inventar wie folgt behandelt:

- Nicht alle benötigten Tierzahlen und Landnutzungsdaten werden in Deutschland jährlich erhoben. Für das hier vorgelegte Inventar wird deshalb jeweils die letzte verfügbare Information aus den Vorjahren eingesetzt. Dies trifft auch für die Verteilung der Haltungsformen zu, wie sie mit dem deutschen Agrarsektormodell RAUMIS (Kapitel 16.2) (Heinrichsmeyer et al., 1996) am Institut für Ländliche Räume der FAL berechnet werden.
- Fehlen einzelne Daten auf Kreisebene aus Gründen des Datenschutzes, etwa Tierzahlen für eine Tierart, so lassen sich Emissionen und Emissionsfaktoren auf Kreisebene nicht berechnen. Die Tierzahlen werden allerdings auf Länderebene berücksichtigt und dann mit mittleren gewichteten Emissionsfaktoren für das entsprechende Land verrechnet.
- Tauchen aus Datenschutzgründen Lücken bei den Statistiken der Stadtstaaten auf, so werden die Werte als Nullen angesehen.

Hiervon abweichende Verfahren werden im Einzelfalle unter „Schließen von Datenlücken“ beschrieben.

2.10 Uncertainties / Unsicherheiten

The description of uncertainties follows the guidance provided in IPCC (2000) "Quantifying Uncertainties in Practice" and "Quality Assurance and Quality Control" as well as EMEP (2004, gpg) "Good Practice Guidance for CLRTAP Emission Inventories", also the "Anleitung zur

Die Beschreibung der Unsicherheiten der Emissionsberechnungen orientiert sich an IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ und „Quality Assurance and Quality Control“, und EMEP (2004, gpg) „Good Practice Guidance for CLRTAP Emission Inventories“ sowie an der

Durchführung eines Expert Judgement (Expertenschätzung) zur Unsicherheitsbestimmung“ (Umweltbundesamt, Qualitätssicherungs-System Emissionen, unpublished typescript).

The inventory at hand comprises the following steps:

- the description of the uncertainties of activity data
- the description of the procedures to complete activity data sets with gaps
- the description of uncertainties of emission factors or the derivation of emission factors, respectively
- When default data are used, the validity of the marginal conditions for Germany are checked.
- When national data are used, all single Steps and details are documented. Uncertainties are given whenever possible.
- The amount and the distribution type of an uncertainty are reported.
- Staggering time series are commented on.

If uncertainties cannot be quantified yet, this is noted.

Error propagation calculations are not yet performed.

„Anleitung zur Durchführung eines Expert Judgement (Expertenschätzung) zur Unsicherheitsbestimmung“ (Umweltbundesamt, Qualitätssicherungs-System Emissionen, unveröffentlichtes Typskript).

Das vorliegende Inventar schließt die folgenden Schritte ein:

- die Beschreibung der Unsicherheiten der Aktivitätsdaten
 - die Beschreibung der Verfahren zur Ergänzung unvollständiger Zeitreihen von Aktivitätsdaten
 - die Beschreibung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren bzw. der Ableitung der Emissionsfaktoren
 - Bei Verwendung von default-Werten wird überprüft, ob die Randbedingungen der default-Werte zutreffen
 - Bei Verwendung nationaler Daten werden alle Einzelschritte dokumentiert; sofern möglich, werden die Unsicherheiten genannt.
 - Unsicherheiten werden durch Betrag und Verteilungstyp beschrieben.
 - Sprünge in Zeitreihen werden kommentiert.
- Sofern Unsicherheiten (vorläufig) nicht quantifiziert werden können, wird dies berichtet.
- Fehlerfortpflanzungsrechnungen werden noch nicht durchgeführt.

2.11 References to the UN ECE Guidebook and to the IPCC Guidelines / Zitierweise von UN ECE Guidebook und IPCC Guidelines

References to chapters and pages of the EMEP/CORINAIR Guidebook (EMEP/CORINAIR, on-line version) make use of the year of publication of the respective chapter, the abbreviated SNAP, e.g. EMEP(2003)-B1010, and the page number, as used in the Guidebook foot [e.g. EMEP(2003)-B1010-7].

Similarly the IPCC-Guidelines (IPCC 2006) is referred to quoting the volume and the page number, e.g. IPCC(2006)-10.39.

Kapitel und Seiten des EMEP/CORINAIR Guidebook (EMEP/CORINAIR, on-line-Version) werden unter Angabe des Publikationsjahres, des abgekürzten SNAP, z. B. EMEP (2003)-B1010, und der Seitenzahl (s. Fußzeile im Guidebook, z.B. EMEP(2003)-B1010-7, zitiert.

Bei den IPCC-Guidelines (IPCC 2006) wird entsprechend vorgegangen: Erscheinungsjahr, Band und Seitenzahl werden angegeben, z.B. IPCC(2006)-10.39.

2.12 References to German Statistics Documents / Zitierweise von deutschen Statistiken

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 Officialstatistik 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 Models to estimate energy requirements, excretions and emissions in animal husbandry / Modelle zur Berechnung von Energiebedarf, Ausscheidungen und Emissionen in der Tierhaltung

The calculation of emissions according to a mass flow procedure presupposes the knowledge of the energy and nutrient requirements. As soon as an animal category is classified as a key category, the calculation procedure has to be more detailed than a Tier 1 methodology. However, it has to be taken into account that the detailed treatment e.g. of the emissions from manure management demand a detailed assessment of the excretion rates and thus a detailed treatment of the animal metabolism.

In the following, basic models to estimate energy requirements, excretions and emissions in animal husbandry are presented. They are applied throughout the inventory.

Die Berechnung der Emissionen nach dem Stofffluss-Verfahren erfordert die Kenntnis des Energie- und Nährstoff-Bedarfs. Werden Tierkategorien als Hauptquellgruppen eingestuft, ist eine Berechnung nach detaillierteren Verfahren als den Stufe-1-Verfahren notwendig. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die detaillierte Behandlung z. B. der Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management eine detaillierte Berechnung der Ausscheidungen und damit eine detaillierte Betrachtung des Stoffwechsels voraussetzt.

Nachstehend werden einige grundlegende und im Inventar durchgängig angewendete Modelle zur Berechnung von Energiebedarf, Ausscheidungen und Emissionen in der Tierhaltung vorgestellt.

3.1 Energy in animal metabolism - definitions / Energien im tierischen Stoffwechsel - Definitionen

The methodology for the assessment of emissions relies on the calculation of the energy and feed requirements of the animals and the actual feed composition. Basic relations and entities are illustrated in Figure 3.1.

Die Verfahren zur Berechnung der Emissionen beruhen auf den Berechnungen des Energie- und Futterbedarfs der Tiere und der tatsächlichen Futterzusammensetzung. Wichtige Zusammenhänge und Kenngrößen gehen aus Figure 3.1 hervor:

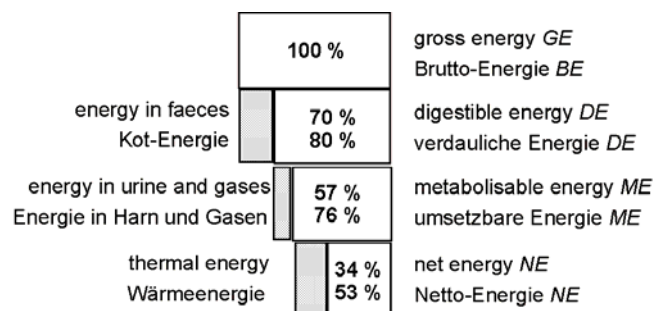


Figure 3.1: Energies considered in animal metabolism.

White rectangles: energies considered; shaded rectangles: energies lost. Figures in the white rectangles: upper figure: ruminants, lower figure: pigs.

Digestibility and metabolisability are defined as follows:

Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit sind wie folgt definiert:

digestibility (Verdaulichkeit, in MJ MJ⁻¹):

$$X_{DE} = q_E = \frac{DE}{GE} \quad (3.1)$$

metabolisability (Umsetzbarkeit, in MJ MJ⁻¹): $X_{ME} = q = \frac{ME}{GE}$ (3.2)

where

GE	gross energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
DE	digestible energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME	metabolisable energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)

3.2 Energy requirements / Energiebedarf

The procedure described below deals with the energy requirements of dairy cows. For many other animal categories, the methodologies used are derived from this procedure.

Das im Folgenden dargestellte allgemeine Verfahren stellt die Berechnung des Energie-Bedarfs der Milchkühe dar. Für viele andere Tierkategorien gelten Verfahren, die hiervon abgeleitet sind.

3.2.1 Gross energy / Gesamtenergie

According to IPCC(2006)-10.21, the gross energy is assessed as follows:

Nach IPCC(2006)-10.21 wird die Gesamtenergie wie folgt bestimmt:

$$GE = \frac{ME}{X_{DE}} = \left(\frac{NE_m + NE_f + NE_l + NE_d + NE_p}{\left\{ \frac{NE}{DE} \right\}} + \frac{NE_g}{\left\{ \frac{NE_g}{DE} \right\}} \right) \cdot \frac{1}{X_{DE}} \quad (3.3)$$

where

GE	gross energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME	metabolisable energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_f	net energy needed to obtain food (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_l	net energy for lactation (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_d	net energy required for draft power (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_p	net energy required for pregnancy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE	net energy consumed for maintenance, lactation, work and pregnancy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
DE	digestible energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_g	net energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
X_{DE}	mean digestible energy as fraction of gross energy (in MJ MJ ⁻¹)

The single elements of this relation can be calculated using the relations described in the subsequent chapters. The fractions in braces ({}) are dealt with in Chapter 3.2.8.

Die Ermittlung der in dieser Gleichung auftretenden Terme wird in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben. Die Verhältnisse in Klammern ({}) werden in Kapitel 3.2.8 behandelt.

3.2.2 Net energy required for maintenance / Erhaltungenergie

The net energy for maintenance is proportional to the metabolic animal weight (w_m), s. Chapter 2.7.3.4.

For the description of some animal categories different constants are proposed:

Die Erhaltungenergie ist dem metabolischen Gewicht w_m (s. Kapitel 2.7.3.4) proportional.

Zur Beschreibung einiger Tierkategorien werden unterschiedliche Konstanten vorgeschlagen:

$$\text{dairy cows:} \quad NE_m = c_{dc} \cdot w_m \quad (3.4)$$

$$\text{other animals:} \quad NE_m = c_{oa} \cdot w_m \quad (3.5)$$

where

NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
c_{dc}	constant for dairy cattle ($c_{dc} = 0.293 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, GfE (2001), pg. 20)
$c_{oa} = c_{bf}$	constant for heifers ($c_{bf} = 0.322 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, IPCC(2006)-10.16, Table 10.4)
$c_{oa} = c_{bm}$	constant for bulls ($c_{bm} = 0.370 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, IPCC(2006)-10.16, Table 10.4)
$c_{oa} = c_{ew}$	constant for sheep other than lambs ($c_{ew} = 0.217 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, IPCC(2006)-10.16, Table 10.4)
$c_{oa} = c_{la}$	constant for lambs ($c_{la} = 0.236 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, IPCC(2006)-10.16, Table 10.4)
w_m	metabolic animal weight (kg an ⁻¹)

For the other animal categories the energy requirements are calculated.

Bei den anderen Tierkategorien wird der Energiebedarf berechnet.

3.2.3 Net energy needed to obtain food / Energie für die Nahrungsaufnahme

For animals with part time grazing on confined areas, the following equation is used:

Für Tiere, die zeitweise weiden, wird die folgende Gleichung angewendet:

$$NE_f = \left(c_{house} \cdot \left(1 - \frac{\tau_{pasture}}{\alpha} \right) + c_{pasture} \cdot \frac{\tau_{pasture}}{\alpha} \right) \cdot NE_m \quad (3.6)$$

where

NE_f	net energy needed to obtain food (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
c_{house}	coefficient for housing ($c_{house} = 0.00$; IPCC(2006)-10.17, Table 10.5)
$\tau_{pasture}$	duration of grazing time (in d a ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$c_{pasture}$	coefficient for pasture ($c_{pasture} = 0.17$; IPCC(2006)-10.17, Table 10.5)
NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)

3.2.4 Net energy for lactation / Laktationsenergie

The following national approach is used to describe the relation between milk yield and the net energy for lactation (GfE, 2001, eq. 1.4.3):

Die Laktationsenergie wird nach einem nationalen Ansatz als Funktion der Milchleistung berechnet (GfE, 2001, Gl. 1.4.3):

$$NE_l = y_m \cdot (c_{lac1} + c_{lac2} \cdot x_{fat} + c_{lac3} \cdot x_{XP}) \quad (3.7)$$

where

NE_l	net energy for lactation (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
y_m	daily milk yield (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
c_{lac1}	constant ($c_{lac1} = 0.95 \text{ MJ kg}^{-1}$)
c_{lac2}	coefficient ($c_{lac2} = 0.38 \text{ MJ kg}^{-1}$)
x_{fat}	mass fraction of fat (in kg kg ⁻¹)
c_{lac3}	coefficient ($c_{lac3} = 0.21 \text{ MJ kg}^{-1}$)
x_{XP}	mass fraction of protein (in kg kg ⁻¹)

3.2.5 Net energy required for draft power / Leistung für Zugarbeiten

Animals described with this method are not used to provide power for traction in Germany, i. e. $NE_d = 0$.

In Deutschland werden von den hier berücksichtigten Tieren keine Zugleistungen mehr erbracht, d. h. $NE_d = 0$.

3.2.6 Net energy required for pregnancy / Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit

Net energy for pregnancy may be expressed as:

Der Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit kann über folgende Beziehung berechnet werden:

$$NE_p = c_{\text{preg}} \cdot NE_m \quad (3.8)$$

where

NE_p	net energy required for pregnancy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
c_{preg}	coefficient for pregnancy ($c_{\text{preg}} = 0.10$; IPCC(2006)-10.20, Table 10.7)
NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹), s. Chapter 3.2.2

3.2.7 Net energy required for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum

According to IPCC(2006)-10.17, eq. 10.6, the net energy for growth both for dairy and for non-dairy cattle is expressed as

Nach IPCC(2006)-10.17, Gleichung 10.6, wird der Nettoenergiebedarf für Wachstum sowohl bei Milchkühe als auch bei anderen Rinder wie folgt ausgedrückt:

$$NE_g = b_g \cdot \left(\frac{w}{c_g \cdot w_{\text{fin}}} \right)^{0.75} \cdot \left(\frac{\Delta w}{\Delta w_{\text{ref}}} \right)^{d_g} \quad (3.9)$$

where

NE_g	net energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
b_g	coefficient (22.02)
w	mean animal weight of the population (in kg an ⁻¹)
c_g	coefficient ($c_g = 0.8$ for females, 1.0 for castrates and 1.2 for bulls)
w_{fin}	final animal weight (in kg an ⁻¹)
Δw	weight gain (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)
Δw_{ref}	reference value of weight gain ($\Delta w_{\text{ref}} = 1 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
d_g	constant ($d_g = 1.097$)

However, the inventory makes use of German standard values for NE_g and cattle as given in GfE (2001), pg. 22:

Das Inventar verwendet dagegen deutsche Standardwerte für NE_g und Rinder wie bei GfE (2001), S. 22, angegeben:

$$NE_g = b_{\text{NEg}}^* \cdot \Delta w \quad (3.10)$$

where

b_{NEg}^*	coefficient ($b_{\text{NEg}}^* = 25.5 \text{ MJ kg}^{-1}$)
Δw	weight gain (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)

3.2.8 Relations of net energy to digestible energy / Verhältnisse von Netto-Energie zu umsetzbarer Energie

The fractions in braces ({}) in the GE equation (Chapter 3.2) are calculated as follows (IPCC(2006)-10.20, eq. 10.14; IPCC(2006)-10.21, eq. 10.15):

Die Verhältnisse, die in der GE-Gleichung (Kapitel 3.2) in geschweiften Klammern ({}) angegeben sind, werden wie folgt berechnet (IPCC(2006)-10.20, eq. 10.14; IPCC(2006)-10.21, eq. 10.15):

$$\left\{ \frac{NE}{DE} \right\} = 1.123 - 0.4092 \cdot X_{DE} + 0.1126 \cdot X_{DE}^2 - \frac{0.254}{X_{DE}} \quad (3.11)$$

$$\left\{ \frac{NE_g}{DE} \right\} = 1.164 + 0.516 \cdot X_{DE} + 0.1308 \cdot X_{DE}^2 - \frac{0.374}{X_{DE}} \quad (3.12)$$

where

NE	net energy consumed for maintenance, lactation, work and pregnancy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_g	net energy required for weight gain (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
DE	digestible energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
X_{DE}	digestible energy expressed as fraction of GE (in MJ MJ ⁻¹)

IPCC(1996) presented the above given equations for $X_{DE} > 0,65$ MJ MJ⁻¹. In Germany, X_{DE} is generally above this threshold.

Nach IPCC(1996) galten die obigen Gleichungen für $X_{DE} > 0,65$ MJ MJ⁻¹, eine Schwelle, die in Deutschland ohnehin nicht unterschritten wird.

3.3 Methane emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung

3.3.1 General Procedure / Allgemeine Vorgehensweise

In IPCC(2006)-10.15 ff, the emissions from enteric fermentation are related to the intake of gross energy.

Das bei IPCC(2006)-10.15 ff vorgeschlagene Verfahren zur Ermittlung der Emissionen aus der Verdauung bezieht diese auf den Gesamtenergie-Bedarf der Tiere.

3.3.2 Assessment of methane emissions from enteric fermentation / Bestimmung der Methan-Emissionen aus der Verdauung

3.3.2.1 Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

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

Details for each category will be presented in the respective chapters.

The calculations make use of the following equation:

$$E_{CH4, ent, i} = n_i \cdot EF_{CH4, ent, i} \quad (3.13)$$

where

$E_{CH4, ent, i}$	methane emission (enteric fermentation) for animal subcategory i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
n_i	number of animals in subcategory i (in pl)
$EF_{CH4, ent, i}$	default emission factor for animal subcategory i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)

3.3.2.2 Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

The Tier 2 methodology makes use of the basic equation given in Chapter 3.3.2.1, where the default emission factor is replaced with an emis-

Das Stufe-2-Verfahren nutzt die in Kapitel 3.3.2.1 angegebene Gleichung, ersetzt den Default-Wert des Emissionsfaktors aber durch eine

sion factor based on national data for energy requirements.

The following relation is used to assess emission factors:

$$EF_{CH_4, ent, i} = GE_i \cdot \frac{x_{CH_4, i} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (3.14)$$

where

$E_{CH_4, ent, i}$	methane emission (enteric fermentation) for animal subcategory i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_i	gross energy intake in animal subcategory i (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$x_{CH_4, i}$	methane conversion rate for animal subcategory i (in MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane (55.65 MJ (kg CH ₄) ⁻¹)

Details are described in the respective chapters.

Berechnung mit Hilfe nationaler Werte des Gesamt-Energiebedarfs.

Die folgende Beziehung wird zur Berechnung der Emissionsfaktoren genutzt:

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

3.3.2.3 Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

In the Tier 3 approach makes use of the equations given in Chapters 3.3.2.1 and 3.3.2.2. However, energy requirements GE are calculated on base of national or subnational data for animal performance and feed.

Again, details are described in the respective chapters.

Das Stufe-3-Verfahren nutzt die in den Kapiteln 3.3.2.1 und 3.3.2.2. angegebenen Gleichungen, wobei der Gesamt-Energiebedarf GE aus regionalen Kenngrößen für die Tierleistung und -fütterung abgeleitet wird.

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

3.4 Carbon in manure management / Kohlenstoff im Wirtschaftsdünger-Management

3.4.1 Carbon excretions / Kohlenstoff-Ausscheidungen

For the assessment of emissions from the manure management, the mass flow of carbon through the system investigated is modelled.

A comprehensive treatment 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:

$$DM = VS + m_{ash} \quad (3.15)$$

where

DM	dry matter excreted
VS	volatile solids excreted
m_{ash}	amount of ash contained in excretions

According to IPCC(2006)-10.42, eq. 10.24, the VS excretion can be obtained as follows:

Zur Berechnung der Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird möglichst der Fluss von Kohlenstoff durch das System abgebildet.

Eine umfassende Behandlung setzt die Kenntnis der ausgeschiedenen Mengen an „volatile solids“ voraus. „Volatile solids“ stehen für die organische Substanz in den Ausscheidungen, die als Glühverlust bei 800 °C bestimmt wird. Es gilt:

Nach IPCC(2006)-10.42, Gl. 10.24 lässt sich die VS-Ausscheidung wie folgt berechnen:

$$VS = GE \cdot \frac{1}{c_E} \cdot (1 - X_{DE}) \cdot (1 - x_{ash}) \quad (3.16)$$

where

	VS	excretion of volatile solids (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
	GE	gross energy intake (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
	c_E	energy content of dry matter taken in ($c_E = 18.45$ MJ kg ⁻¹ for livestock, IPCC(2006)-
10.42)	X_{DE}	mean digestible energy as fraction of gross energy (in MJ MJ ⁻¹)
	x_{ash}	ash content of the manure (in kg kg ⁻¹)

3.4.2 Carbon flows in manure management / Kohlenstoff-Fluss im Wirtschaftsdünger-Management

The flow of carbon in animal husbandry is illustrated in Figure 3.2. In principle, this drawing depicts the mass flow as it is treated in GAS-EM. At present, inputs into the system with excreta and straw are covered. No differentiation between readily degradable and recalcitrant carbon is made. Slurry based and straw based systems are considered with their typical storage facilities. Various forms of slurry treatment may be calculated. Treated slurry has properties which differ from untreated slurry. This affects emissions from spreading, in particular of NH₃.

At present, only emissions of CH₄ and NMVOC are dealt with. Without the simultaneous consideration of CO₂ losses, this mass flow cannot be balanced. Carbon inputs into soil cannot be quantified. However, the present reporting requirements do not demand balancing, nor the assessment of CO₂ emissions.

Der Kohlenstoff-Fluss in der Tierproduktion, ist in Figure 3.2 dargestellt, wie er in GAS-EM behandelt wird. Zurzeit werden die Einträge mit Ausscheidungen und Stroh berücksichtigt. Zwischen leicht umsetzbarem und recalcitrantem Kohlenstoff wird nicht unterschieden. Gülle- und strohgebundene Systeme werden mit ihren typischen Lagerformen betrachtet. Verschiedene Arten der Güllebehandlung können gerechnet werden. Eigenschaften behandelter Gülle weichen von denen unbehandelter Gülle ab, mit der Folge veränderter Emissionen beim Ausbringen (insbesondere NH₃-Emissionen).

Derzeit werden nur die Emissionen von CH₄ und NMVOC berechnet. Ohne die gleichzeitige Betrachtung der CO₂-Verluste ist der gewählte Ansatz nicht bilanzfähig. Kohlenstoff-Einträge in den Boden können nicht berechnet werden. Gegenwärtig sind aber weder Stoffbilanzen noch CO₂-Emissionen Teil der Berichtspflichten.

Figure 3.2: Carbon pools and pathways considered in the calculation files.
Vertical black arrows indicate the fluxes between pools, slant broad arrows the respective CH₄ emissions.

3.4.3 Assessment of methane emissions from manure management / Berechnung von Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

3.4.3.1 Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

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

Details for each category will be presented in the respective chapters.

The following relation is made use of, based on a default emission factor:

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM}, i} = EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, i} \cdot n_i \quad (3.17)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{MM}, i}$	CH ₄ emission from manure management of animal category <i>i</i> (in kg a ⁻¹ CH ₄)
$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, i}$	default emission factor for methane from manure management for animal category <i>i</i> (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
n_i	number of animal places (in pl)

3.4.3.2 Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

The Tier 2 methodology combines animal numbers with emission factors that reflect national standard values for N excretion and national emission factors for manure management.

The equation to be used is the equation given in 3.4.3.1. However, the emission factor is calculated as follows:

$$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, i} = VS_i \cdot \alpha \cdot B_{o, i} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_i \quad (3.18)$$

where

$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, i}$	emission factor for methane from manure management for animal category <i>i</i> (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
VS_i	default volatile solid excretion of animal category <i>i</i> (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹), see Chapter 3.4.1
α	time units conversion factor (365 d a ⁻¹)
$B_{o, i}$	maximum methane producing capacity (in m ³ kg ⁻¹ CH ₄)
ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{\text{CH}_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
MCF_i	methane conversion factor for animal category <i>i</i> , temperature dependent (in kg kg ⁻¹)

3.4.3.3 Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

The Tier 3 approach considers energy and feed requirements with a resolution in space exceeding that of the national level.

In other respects, the calculations do not differ from those used in a Tier 2 approach.

Das Stufe-1-Verfahren kombiniert zur Berechnung von Emissionen Tierzahlen mit default-Emissionsfaktoren ohne Berücksichtigung des Energie- bzw. Nährstoff-Bedarfs.

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

Dabei kommt die folgende Beziehung zur Anwendung, wobei ein vorgegebener Emissionsfaktor verwendet wird:

Das Stufe-2-Verfahren kombiniert zur Berechnung von Emissionen Tierzahlen mit Emissionsfaktoren, die aus nationalen Standardwerten für C-Ausscheidungen und für das Wirtschaftsdünger-Management abgeleitet werden.

Dabei wird die in Kapitel 3.4.3.1 angegebene Gleichung eingesetzt, wobei abweichend der Emissionsfaktor wie folgt berechnet wird:

Das Stufe-3-Verfahren bedient sich detaillierter Energie- und Futterbedarfsbetrachtungen, möglichst mit einer höheren räumlichen Auflösung als die Gesamtnation.

Die Rechnungen folgen den für Stufe-2-Verfahren angegebenen Grundsätzen.

3.4.3.3.1 Methane emissions from animal excreta / Methan-Emissionen aus tierischen Ausscheidungen

In principle, the calculation procedure to assess CH₄ emissions from animal excreta in manure storage facilities is based on the following equation:

Grundsätzlich bedient sich die Berechnung der CH₄-Emissionen aus tierischen Ausscheidungen im Wirtschaftsdüngerlager der folgenden Beziehung:

$$EF_{CH_4, MM, i} = VS_i \cdot \alpha \cdot B_{o, i} \cdot \rho_{CH_4} \cdot \sum_{jk} MCF_{i, j, k} \cdot MS_{i, j} \quad (3.19)$$

where

$EF_{CH_4, MM, i}$	emission factor for methane from manure management for animal type i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
VS_i	volatile solids (readily digestible carbon) for animal type i (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹), see Chapter 3.4.1
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$B_{o, i}$	methane producing potential of the manure related to mass of VS (in m ³ kg ⁻¹)
ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
$MCF_{i, j, k}$	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

Methane conversion factors MCF are temperature dependent, see Figure 16.1 (Chapter 16.1.2) illustrates that Germany has to be considered a cold region: annual mean temperatures in general fall below 12 °C.

The relevant temperatures are available as annual mean for each German district.

The relevant MCF are used as provided in IPCC(2006)-10.77 ff, Annex 10A.2.

Die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF sind temperaturabhängig, s. Figure 16.1 (Kapitel 16.1.2) veranschaulicht, dass Deutschland insgesamt zu den kalten Gebieten zählt: Die Jahresmitteltemperaturen liegen im Gesamtgebiet unter 12 °C.

Die Temperaturen werden als Jahresmittel für jeden Landkreis verwendet.

Die jeweils anzuwendenden MCF werden aus IPCC(2006)-10.77 ff, Annex 10A.2 entnommen.

3.4.3.3.2 Methane emissions from straw / Methan-Emissionen aus Stroh

Methane emissions also originate from the fermentation of straw used as bedding that is incorporated into solid manures. In principle, the calculation procedure follows the approach given in Chapter 3.4.3.3.1.

Experiments lead to the conclusion that the methane producing potential of straw $B_{o, \text{straw}}$ is of the same order of magnitude as for manure management of dairy cows, i.e. 0.245 m³ (kg DM)⁻¹ (B. Amon, private communication, and Amon et al., 2005).

The methane conversion factors MCF of the respective manure management systems are then to be applied in analogy. Thus, calculations follow the equation:

Methan-Emissionen entstehen ebenfalls bei der Vergärung von Stroh, das als Einstreu in den Festmist gelangt. Das Rechenverfahren folgt sinngemäß dem in Kapitel 3.4.3.3.1 beschriebenen Ansatz.

Experimente lassen darauf schließen, dass das Methan-Bildungspotential von Stroh $B_{o, \text{straw}}$ bei 0,245 m³ (kg TS)⁻¹ liegt. Es ist also von gleicher Größe wie für Wirtschaftsdünger bei Milchkühen. (B. Amon, Privat-mitteilung, und Amon et al., 2005)

Die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF der jeweiligen Lagerformen sind dann sinngemäß anzuwenden. Die Berechnung folgt dann der Beziehung

$$EF_{CH_4, \text{straw}, i} = m_{\text{straw}, i} \cdot x_{DM} \cdot \alpha \cdot B_{o, \text{straw}, i} \cdot \rho_{CH_4} \cdot \sum_{jk} MCF_{i, j, k} \cdot MS_{i, j} \quad (3.20)$$

where

$EF_{CH_4, \text{ straw}, i}$	emission factor for methane from straw in manure management for animal type i (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$)
$m_{\text{straw}, i}$	straw used in animal houses (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
x_{DM}	dry matter content of straw ($x_{\text{DM}} = 0.86 \text{ kg kg}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$B_{o, \text{ straw}}$	methane producing potential of straw related to mass of DM ($B_{o, \text{ straw}} = 0.24 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)
ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{\text{CH}_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
$MCF_{i, j, k}$	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

3.4.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

According to Hobbs et al. (2004), NMVOC emissions are related to ammonia emissions and calculated according to:

Die NMVOC-Emissionen können nach Hobbs et al. (2004) aus den Ammoniak-Emissionen abgeleitet werden:

$$E_{\text{NMVOC}, i} = E_{\text{NH}_3, \text{ MM}, i} \cdot \sum_j EF_{\text{NMVOC}, i, j} \quad (3.21)$$

where

$E_{\text{NMVOC}, i}$	NMVOC emission from manure management of an animal category i (in $\text{Gg a}^{-1} \text{ NMVOC-C}$)
$E_{\text{NH}_3, \text{ MM}, i}$	NH_3 emission from manure management of an animal category i (in $\text{Gg a}^{-1} \text{ NH}_3$)
$EF_{\text{NMVOC}, i, j}$	relative emission factor for NMVOC of species j and animal category i (in $\text{kg kg}^{-1} \text{ NMVOC}$)

The emission factors are given in Chapters 4.2.1 and 5.2.1.

Die Emissionsfaktoren finden sich in den Kapiteln 4.2.1 und 5.2.1.

Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

3.4.5 Carbon dioxide emissions from manure management / Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

At present, a comprehensive mass flow treatment of carbon is impossible due to the lack of an adequate method for the assessment of CO_2 emissions from manure management.

Eine umfassende C-Stofffluss-Betrachtung ist derzeit nicht möglich, da noch keine angemessenen Methoden verfügbar sind, um die CO_2 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zu erfassen.

3.5 Nitrogen in manure management / Stickstoff im Wirtschaftsdünger-Management

3.5.1 Nitrogen excretions / Stickstoff-Ausscheidungen

A simple mass balance yields N excretions as follows:

Aus der Massenbilanz ergibt sich für die N-Ausscheidung:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_l - m_g - m_p \quad (3.22)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen in excreta ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{feed}	amount of nitrogen in feed ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{l}	amount of nitrogen secreted with milk or eggs ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{g}	amount of nitrogen retained in the animal ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{p}	amount of nitrogen in offspring produced ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

The single terms are determined as follows:

Die Bilanzglieder werden wie folgt bestimmt:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot \sum_i ME_i \cdot \frac{x_{\text{XP}, i}}{x_{\text{ME}, i}} \quad (3.23)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen in feed ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)
ME_i	amount of metabolisable energy consumed with feed i ($\text{MJ pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{ME}$)
$x_{\text{XP}, i}$	crude protein content of feed i ($\text{kg kg}^{-1} \text{XP}$)
$x_{\text{ME}, i}$	ME content of feed i ($\text{MJ kg}^{-1} \text{ME}$)

$$m_{\text{l}} = Y_{\text{milk}} \cdot x_{\text{P, milk}} \cdot x_{\text{N, milk}} \quad (3.24)$$

or

$$m_{\text{l}} = n_{\text{eggs}} \cdot w_{\text{egg}} \cdot x_{\text{N, egg}} \quad (3.25)$$

where

Y_{m}	milk yield ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
$x_{\text{P, milk}}$	crude protein content of milk ($\text{kg kg}^{-1} \text{XP}_{\text{milk}}$)
$x_{\text{N, milk}}$	nitrogen content of milk protein ($\text{kg kg}^{-1} \text{N}$)
n_{eggs}	number of eggs ($\text{in eg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
w_{egg}	weight per egg (in kg eg^{-1})
$x_{\text{N, egg}}$	nitrogen content of a single egg ($\text{kg kg}^{-1} \text{N}$)

$$m_{\text{g}} = \Delta w_{\text{place}} \cdot x_{\text{N, animal}} \quad (3.26)$$

where

Δw_{place}	weight gain per place ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
$x_{\text{N, animal}}$	nitrogen content of whole animal ($\text{kg kg}^{-1} \text{N}$)

$$m_{\text{p}} = w_{\text{offspring}} \cdot x_{\text{N, offspring}} \quad (3.27)$$

where

$w_{\text{offspring}}$	weight of the total offspring (calves, piglets) ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
$x_{\text{N, offspring}}$	nitrogen content of whole offspring body ($\text{kg kg}^{-1} \text{N}$)

3.5.2 N mass flow and emission assessment for mammals / N-Massenfluss und Emissionsbestimmung bei Säugetieren

3.5.2.1 N mass flow model for mammals / N-Massenfluss-Modell bei Säugetieren

In Europe, this so-called mass flow approach is applied in Denmark, the United Kingdom, The Netherlands and Switzerland. Though the respective approaches reflect national peculiarities, a comparison of the national solutions showed identical results as long as standardised data

Das Massenfluss-Verfahren wird in Europa von Dänemark, Großbritannien, den Niederlanden und der Schweiz angewendet. Dabei berücksichtigen die einzelnen Verfahren nationale Gegebenheiten. Ein Vergleich der nationalen Lösungen hat ergeben, dass sie identische Er-

sets for the input variables were used (Reidy et al., 2008).

According to Dämmgen and Hutchings (2008) the N flow within the manure management system is treated as depicted in Figure 3.3.

The approach differentiates between N excreted with faeces and urine and two fractions of N

- N_{org} : organic nitrogen is the fraction that is undigested N in the feed and excreted with faeces;
- TAN (total ammoniacal nitrogen) is the fraction of N that was metabolised and is excreted with urine.

gebisse erzeugen, wenn sie mit standardisierten Eingangs-Datensätzen berechnet werden (Reidy et al., 2008).

Der N-Fluss im Wirtschaftsdünger der Säugetiere wird nach Dämmgen und Hutchings (2008) wie in Figure 3.3 behandelt.

Unterschieden werden dabei die Ausscheidungen mit Kot und Harn und zwei N-Fractionen

- N_{org} : organischer Stickstoff, der die Verdauungswege unverdaut passiert hat und mit dem Kot ausgeschieden wird;
- TAN (total ammoniacal nitrogen) ist die Fraktion, die metabolisiert wurde und mit dem Harn ausgeschieden wird.

Figure 3.3: 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.

Figure 3.3 allows for a tracing of the pathways of the two N fractions after excretion.

The various locations where excretion may take place are considered. The partial mass flows down to the input to soil are depicted. During storage both fractions react to form the respective other fraction. Both the way and the

Figure 3.3 erlaubt es, die Wege der beiden N-Fractionen nach ihrer Ausscheidung zu verfolgen.

Die unterschiedlichen Ausscheidungsorte werden berücksichtigt. Von dort wird der Teilstrom bis zum Eintrag in den Boden dargestellt. Im Lager treten (Netto-)Umwandlungen der Frak-

amount of such transformations may be influenced by manure treatment processes.

Whenever N species are emitted, their formation is related to the amount of the reactive TAN fraction.

NH₃ emissions during grazing, from the animal house, during storage and spreading can then be calculated using the methodology provided by EMEP/CORINAIR. Emissions of N₂O, NO and N₂ may be quantified following the methodology proposed by IPCC(2006).

tionen in die jeweils andere auf. Art und Umfang der Umwandlungen werden bei einer Behandlung der Wirtschaftsdünger beeinflusst.

Emissionen von N-Spezies erfolgen jeweils aus dem leicht umsetzbaren TAN.

NH₃-Emissionen auf der Weide, aus dem Stall, aus dem Lager und bei der Ausbringung können nach den methodischen Vorgaben von EMEP/CORINAIR berechnet werden, die Emissionen von N₂O, NO und N₂ können in Anlehnung an IPCC(2006) erfasst werden.

3.5.2.2 Assessment of the emissions of nitrogen species from manure management / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies aus dem Wirtschaftsdünger-Management

3.5.2.2.1 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 characteristics in animal husbandry:

$$E_{\text{NH}_3, \text{MM}, i} = EF_{\text{NH}_3, \text{MM}, i} \cdot n_i \quad (3.28)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{MM}, i} = EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{MM}, i} \cdot n_i \quad (3.29)$$

$$E_{\text{NO}, \text{MM}, i} = EF_{\text{NO}, \text{MM}, i} \cdot n_i \quad (3.30)$$

$$E_{\text{N}_2, \text{MM}, i} = EF_{\text{N}_2, \text{MM}, i} \cdot n_i \quad (3.31)$$

where

$E_{\text{NH}_3, \text{MM}, i}$	NH ₃ emission from manure management of animal category i (in kg a ⁻¹ NH ₃)
$EF_{\text{NH}_3, \text{MM}, i}$	emission factor for animal category i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ NH ₃)
n_i	number of animal places (in pl)
etc.	

Details for each category will be presented in the respective chapters.

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

3.5.2.2.2 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 N₂O, NO and N₂).

Das Stufe-2-Verfahren kombiniert die Emissionssgleichungen 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 N₂O, NO und N₂).

$$EF_{\text{NH}_3, \text{MM}, i} \propto m_{\text{excr}, i} \cdot n_i \quad (3.32)$$

where

$E_{\text{NH}_3, \text{MM}, i}$	NH ₃ emission from manure management of animal category i (in kg a ⁻¹ NH ₃)
m_{excr}	amount of nitrogen excreted (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
n_i	number of animal places (in pl)

3.5.2.2.3 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.

A method for estimating annual NH_3 , N_2O , NO and N_2 emissions from a particular type of animal using the N flow system is shown in Figure 3.3. 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).

The applied stepwise approach is as follows:

Step 1 is the definition of an animal subcategory which is homogeneous with respect to performance (weight, weight gain, milk yield, etc.), age or use (e.g. fattening vs breeding). The respective activity (animal number) has to be identified.

Step 2 is the calculation of the total annual excretion of N by the animals (m_{excr}) (see Chapter 3.5.1).

For mammals, the amount of TAN excreted is equal to the amount excreted with urine. Thus, the TAN content of the excreta is defined as:

$$x_{\text{urine}} = \frac{m_{\text{urine}}}{m_{\text{excr}}} = \frac{m_{\text{excr}} - m_{\text{faeces}}}{m_{\text{excr}}} \quad (3.33)$$

where

x_{urine}	fraction of nitrogen excreted with urine (in kg kg^{-1})
m_{urine}	amount of nitrogen excreted with urine (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{excr}	amount of total nitrogen excreted (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{faeces}	amount of nitrogen excreted with faeces (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

The amounts of N excreted with faeces are those contained in the indigestible constituents of the feed. Their amount can be obtained from the following equation:

$$m_{\text{faeces}} = m_{\text{feed}} \cdot (1 - X_{\text{XP}}) \quad (3.34)$$

where

m_{faeces}	amount of nitrogen excreted with faeces (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{feed}	amount of nitrogen contained in feed (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
X_{XP}	fraction of digestible crude protein contained in feed (in $\text{kg kg}^{-1} \text{XP}$)

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 Verfahren selbst ist in Figure 3.3 illustriert: Zur Berechnung der Emissionen von NH_3 , N_2O , NO und N_2 wird das angegebene Fluss-schema auf jede Tierkategorie 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)

Der angewandte Rechenweg lässt sich in Einzelschritte auflösen, die wie folgt aussehen:

Schritt 1 ist die Definition einer Tier-Unterkategorie hinsichtlich ihrer Leistung (Gewicht, Gewichtszunahme, Milchleistung usw.), dem Alter und der Nutzung (Mast oder Zucht). Deren jeweilige Aktivitätsgrößen (Tierzahlen) müssen identifiziert werden.

Schritt 2 besteht in der Ermittlung der N-Ausscheidung der Tiere (m_{excr}) (siehe Kapitel 3.5.1).

Bei Säugetieren ist die Menge an TAN gleich der mit dem Harn ausgeschiedenen N-Menge. Der TAN-Gehalt der Ausscheidungen ergibt sich dann zu:

It is adequate to assume that X_{XP} equals the digestibility X_{DE} .

In guter Näherung ist X_{XP} gleich der Verdaulichkeit X_{DE} .

Step 3 is to calculate the amount of the annual N excreted that is deposited in the animal house, in yards and during grazing, 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, and on animal behaviour.

Schritt 3 ist die Berechnung derjenigen Mengen, die im Stall, auf befestigten Flächen oder während des Weidegangs ausgeschieden werden. 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, den befestigten Flächen und im Stall verbrachten. Der Faktor ist verhaltensabhängig.

$$m_{graz} = x_{graz} \cdot m_{excr} \quad (3.35)$$

$$m_{yard} = x_{yard} \cdot m_{excr} \quad (3.36)$$

$$m_{house} = x_{house} \cdot m_{excr} \quad (3.37)$$

where

m_{graz}	amount of nitrogen excreted on pasture (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{graz}	share of nitrogen excreted on pasture (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{excr}	amount of total nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
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)

Step 4 is to use the proportion of the N excreted that is in the urine (x_{urine}) to calculate the amount of N readily convertible to ammonia (total ammoniacal nitrogen, TAN) and organic N (N_{org}) deposited during grazing, in yards and in the animal house.

Schritt 4 identifiziert und nutzt die Anteile der N-Ausscheidungen x_{urine} , um den Gehalt an rasch in Ammoniak umwandelbaren Stickstoff (total ammoniacal nitrogen, TAN) und organischem N (N_{org}) zu bestimmen, die auf der Weide, den befestigten Flächen und im Stall abgesetzt werden.

$$m_{urine, graz} = x_{urine} \cdot m_{graz} \quad (3.38)$$

$$m_{faeces, graz} = (1 - x_{urine}) \cdot m_{graz} \quad (3.39)$$

$$m_{urine, yard} = x_{urine} \cdot m_{yard} \quad (3.40)$$

$$m_{faeces, yard} = (1 - x_{urine}) \cdot m_{yard} \quad (3.41)$$

$$m_{urine, house} = x_{urine} \cdot m_{house} \quad (3.42)$$

$$m_{faeces, house} = (1 - x_{urine}) \cdot m_{house} \quad (3.43)$$

where

$m_{urine, graz}$	amount of nitrogen excreted by urine on pasture (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{urine}	share of nitrogen excreted by urine (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{graz}	amount of nitrogen excreted (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
etc.	

Step 5 is to calculate the amounts of N_{org} and TAN in the different sources. The organic N is equated to the faeces N and the TAN to the urine N, i.e. $m_{org, graz} = m_{faeces, graz}$, $m_{TAN, graz} = m_{urine, graz}$, etc. For housing, the N in bedding for the animals ($m_{bedding}$) must be added to N_{org} :

In *Schritt 5* wird der Anteil von N_{org} und TAN in den unterschiedlichen Ausscheidungen berechnet. Dabei werden N_{org} mit Kot-N sowie TAN mit Urin-N gleichgesetzt ($m_{org, graz} = m_{faeces, graz}$, $m_{TAN, graz} = m_{urine, graz}$, usw.). Im Stall wird der Stickstoff in der Einstreu ($m_{bedding}$) als N_{org} berücksichtigt.

$$m_{\text{org, house}} = m_{\text{faeces, house}} + m_{\text{bedding}} \quad (3.44)$$

$$m_{\text{TAN, house}} = m_{\text{urine, house}} \quad (3.45)$$

where

$m_{\text{TAN, house}}$	amount of TAN excreted in the house ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{urine, house}}$	amount of nitrogen excreted by urine ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{org, house}}$	amount of organic nitrogen excreted in the house ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{faeces, house}}$	amount of nitrogen excreted by faeces ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{bedding}	amount of nitrogen contained in bedding material ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

Step 6 is to calculate the NH_3 losses from the animal house, E_{house} , by multiplying the amount of TAN $m_{\text{TAN, house}}$ with the emission factor EF_{house} :

Schritt 6 berechnet die NH_3 -Verluste aus dem Stall, E_{house} , durch Multiplikation der TAN-Menge mit dem Emissions-faktor für den Stall EF_{house} .

$$E_{\text{house}} = m_{\text{TAN, house}} \cdot EF_{\text{house}} \quad (3.46)$$

where

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

This procedure may include a reduction factor or function to assess the amount of NH_3 bound in a scrubber system used to remove NH_3 from ventilated air, etc. Thus, the NH_3 released in the house may not be equal to the NH_3 released from the house.

Dieser Emissionsfaktor kann einen Minde-rungsfaktor bzw. eine -funktion für technische Maßnahmen enthalten, z. B. ein Abluftreini-gungssystem. Die NH_3 -Freisetzung im Stall kann sich dann von der NH_3 -Freisetzung aus dem Stall unterscheiden.

Step 7 is to calculate $m_{\text{org, storage}}^*$ and $m_{\text{TAN, storage}}^*$, i. e. the amounts of N_{org} and TAN that pass to the manure storage, remembering to subtract the NH_3 emission from the animal house and yards. For straw based systems, the N input by the bedding material is taken into account.

In Schritt 7 werden (unter Berücksichtigung von Stroh bei Festmistsystemen) die Mengen an N_{org} und TAN berechnet, die ins Lager gelangen ($m_{\text{org, storage}}^*$ und $m_{\text{TAN, storage}}^*$). Dabei wird die auf befestigten Flächen und aus dem Stall emittierte Menge berücksichtigt.

$$m_{\text{org, storage}}^* = m_{\text{org, house}} + m_{\text{straw}} \quad (3.47)$$

$$m_{\text{TAN, storage}}^* = m_{\text{TAN, house}} - E_{\text{house}} \quad (3.48)$$

where

$m_{\text{org, storage}}^*$	amount of organic nitrogen passed to the storage ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{org, house}}$	amount of organic nitrogen excreted in the house ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{TAN, storage}}^*$	amount of TAN passed to the storage ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{TAN, house}}$	amount of TAN excreted in the house ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{straw}	amount of N imported by straw ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
E_{house}	ammonia emission from the house ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

Step 8 is to calculate the amount of TAN from which storage emissions will occur. This includes a fraction (x_{min}) of the organic N that is mineralised to TAN but excludes the fraction (x_{imm}) that is immobilised in C rich systems (systems with appropriate bedding). The transformations are governed by the rate of mineralisation (x_{min}) and

In Schritt 8 werden die TAN-Mengen berech-net, die zu Emissionen aus dem Lager führen. Dabei wird die N-Menge bestimmt, die durch Mine-ralisation von N_{org} zu TAN wird, ebenso die TAN-Menge, die in C-reichen Systemen (d.h. Systeme-n mit hinreichender Einstreu) zu N_{org} werden. Die Transformationen sind abhängig von Minera-

the rate of immobilisation (x_{imm}).

The modified masses, from which emissions are calculated, are $m_{org, storage}$ and $m_{TAN, storage}$:

$$m_{org, storage} = m_{org, storage}^* \cdot (1 - x_{min}) + m_{TAN, storage}^* \cdot x_{imm} \quad (3.49)$$

$$m_{TAN, storage} = m_{TAN, storage}^* \cdot (1 - x_{imm}) + m_{org, storage}^* \cdot x_{min} \quad (3.50)$$

where

$m_{org, storage}^*$	modified amount of organic nitrogen passed to the storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{org, storage}$	amount of organic nitrogen passed to the storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{TAN, storage}^*$	modified amount of TAN passed to the storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{TAN, storage}$	amount of TAN passed to the storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{min}	rate of mineralisation (kg kg ⁻¹)
x_{imm}	rate of immobilisation (kg kg ⁻¹)

Step 9 is to calculate the emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂ (using the respective emission factors $EF_{storage}$) and $m_{TAN, storage}$:

lisierungsrate (x_{min}) und der Immobilisierungsrate (x_{imm}).

Die modifizierten Stoffmengen $m_{org, storage}$ und $m_{TAN, storage}$, mit denen die Emissionen berechnet werden, sind gegeben durch:

In Schritt 9 werden die Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂ unter Verwendung der entsprechenden Emissionsfaktoren $EF_{storage}$ und $m_{TAN, storage}$ berechnet:

$$E_{storage} = E_{NH_3, storage} + E_{N_2O, storage} + E_{NO, storage} + E_{N_2, storage} \\ = m_{TAN, storage} \cdot (EF_{NH_3, storage} + EF_{N_2O, storage} + EF_{NO, storage} + EF_{N_2, storage}) \quad (3.51)$$

where

$E_{storage}$	emissions from storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$E_{NH_3, storage}$	NH ₃ missions from storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
etc.	
$m_{TAN, storage}$	modified amount of TAN passed to the storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$EF_{NH_3, storage}$	NH ₃ mission factor for storage (kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
etc.	

The emission factors for N₂O are taken from IPCC guidance documents (IPCC(2006)-10.62ff) and related to m_{excr} . For the emission factors of NO and N₂ see Equation (3.54).

In practice, the N₂O emissions are calculated as suggested within IPCC(2006)-10.53 and then subtracted as $E_{N_2O, storage}$ from $m_{TAN, storage}$. However, this procedure applies separately to the various storage types, which requires to attribute fractions of $m_{org, storage}$ and $m_{TAN, storage}$ to the various storage systems according to their respective frequency.

The NO and N₂ emission factors are derived from the N₂O emission factor.

Die Emissionsfaktoren für N₂O werden aus den IPCC-Richtlinien übernommen (IPCC(2006)-10.62ff). Sie beziehen sich auf ausgeschiedenes Gesamt-N (m_{excr}). Zu den Emissionsfaktoren für NO und N₂ siehe Gleichung (3.54).

In der Praxis berechnet man die N₂O-Emission nach IPCC(2006)-10.53 und subtrahiert sie als $E_{N_2O, storage}$ von $m_{TAN, storage}$. Dies muss allerdings für die unterschiedlichen Lagerverfahren getrennt vorgenommen werden. Hierzu werden $m_{org, storage}$ und $m_{TAN, storage}$ entsprechend der relativen Häufigkeit der Lagerverfahren auf diese aufgeteilt.

Die NO- und N₂-Emissionsfaktoren sind von den N₂O-Emissionsfaktoren abgeleitet:

$$EF_{N_2O, storage} = 10 EF_{NO, storage} = \frac{1}{3} \cdot EF_{N_2, storage} \quad (3.52)$$

where

$EF_{N_2O, storage}$ N_2O mission factor for storage ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$)
etc.

However, it may happen that the sum of the emission factors in Equation (3.52) exceeds 1. All TAN is then consumed during storage and all emission factors have to be reduced linearly (as shown for $EF_{NH_3, storage}^*$ etc.) to satisfy the constraint that the sum of emission factors must not exceed 1:

Dabei kann es geschehen, dass die Summe der Emissionsfaktoren in Gleichung (3.52) den Wert 1 überschreitet. Mehr TAN als im Lager vorhanden kann aber nicht „aufgebraucht“ werden. Daher müssen die Emissionsfaktoren linear reduziert werden, wie nachstehend am Beispiel von $EF_{NH_3, storage}^*$ gezeigt:

$$\text{if } EF_{NH_3, storage} + EF_{N_2O, storage} + EF_{NO, storage} + EF_{N_2, storage} > 1$$

$$\text{then } EF_{NH_3, storage}^* = \frac{EF_{NH_3, storage}}{EF_{NH_3, storage} + EF_{N_2O, storage} + EF_{NO, storage} + EF_{N_2, storage}} \quad (3.53)$$

where

$EF_{NH_3, storage}$ NH_3 mission factor for storage ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$)
etc.
 $EF_{NH_3, storage}^*$ corrected NH_3 mission factor for storage ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$)

Step 10 is to calculate the organic N and TAN ($m_{org, applic}$ and $m_{TAN, applic}$) that is applied to the field, remembering to subtract the emissions of NH_3 , N_2O , NO and N_2 from the storage:

Im *Schritt 10* werden unter Berücksichtigung der emittierten Mengen an NH_3 , N_2O , NO und N_2 die N_{org} - und TAN-Mengen berechnet, die zur Ausbringung gelangen ($m_{org, applic}$ and $m_{TAN, applic}$):

$$m_{org, applic} = m_{org, storage} \quad (3.54)$$

$$m_{TAN, applic} = m_{TAN, storage} - E_{storage} \quad (3.55)$$

where

$m_{org, applic}$ amount of organic nitrogen passed to application ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ N$)
 $m_{TAN, applic}$ amount of TAN passed to application ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ N$)

Step 11 is to calculate the emission of NH_3 during and immediately after field application, using an emission factor EF_{applic} combined with $m_{TAN, applic}$.

Im *Schritt 11* werden unter Verwendung von EF_{applic} und $m_{TAN, applic}$ die NH_3 -Emissionen berechnet, die sich unmittelbar nach der Ausbringung ereignen.

$$E_{applic} = m_{TAN, applic} \cdot EF_{applic} \quad (3.56)$$

where

E_{applic} emissions from application ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ N$)
 $m_{TAN, applic}$ amount of TAN passed to the application ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ N$)
 EF_{applic} mission factor for application ($kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$)

Step 12 is to calculate the amount of N returned to soil (to be used in calculations of emissions from soil, see Chapter 12.2)). The amount of N excreted on pasture is to be taken into account.

Im *Schritt 12* schließlich wird die N-Menge berechnet, die in den Boden gelangt und für die Berechnung der Emissionen aus dem Boden benötigt wird (s. Kapitel 12.2). Dabei ist die auf der Weide ausgeschiedene N-Menge zu berücksichtigen.

$$m_{\text{returned}} = m_{\text{org, returned}} + m_{\text{TAN, returned}} + m_{\text{graz}} = m_{\text{org, applic}} + (m_{\text{TAN, applic}} - E_{\text{applic}}) + m_{\text{graz}} \quad (3.57)$$

where

m_{returned}	total amount of nitrogen returned to soil ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{org, returned}}$	amount of organic nitrogen returned to soil ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{TAN, returned}}$	amount of TAN returned to soil ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{graz}	amount of nitrogen excreted during grazing ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{org, applic}}$	amount of organic nitrogen passed to application ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{TAN, applic}}$	amount of TAN passed to application ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
E_{applic}	emissions from application ($\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

3.5.3 N mass flow model for birds / N-Massenfluss-Modell für Vögel

Birds excrete N in the form of undigested organic N and in uric acid (uric acid nitrogen, UAN). The latter is hydrolysed to form ammonium carbonate (see Dämmgen and Erisman, 2005). Thus, three fractions of N have to be traced, as shown in Figure 3.4.

Vögel scheiden N in Form von unverdaulichem organischen N und in Form von Harnsäure aus (uric acid nitrogen, UAN). Letztere hydrolysiert zu Ammoniumcarbonat (vgl. Dämmgen und Erisman, 2005). Es müssen also drei N Fraktionen im Massenfluss berücksichtigt werden. Figure 3.4 veranschaulicht dies.

Figure 3.4: 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.

At present, a similar treatment of TAN as proposed for mammals is impossible for birds, 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 still make use of mean potential TAN contents for their calculations which means that also the UAN excreted in the housing is completely considered to be TAN.

Anders als bei Säugetieren ist eine Behandlung von TAN-Ausscheidungen von Vögeln derzeit unmöglich, da der Prozess der Hydrolyse der Harnsäure zu Ammoniumcarbonat außerhalb des Körpers stattfindet, wobei der Einfluss von Feuchte schwierig zu modellieren ist.

In Emissionsinventaren wird deshalb noch mit mittleren scheinbaren TAN-Gehalten gerechnet, d.h. auch das im Stall ausgeschiedene UAN wird vollständig als TAN betrachtet.

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

EMEP(2005)-B1010 gives only a procedure to establish a first estimate of particulate matter from animal husbandry. Thus, the calculations in this inventory are preliminary and serve to assess the order of magnitude.

Calculations for PM₁₀ and PM_{2.5} emissions are made using the following equation:

EMEP(2005)-B1010 gibt lediglich ein Verfahren zu einer ersten Schätzung von Staub-Emissionen aus der Tierhaltung an. Die Darstellung in diesem Inventar ist deshalb vorläufig und dient der Feststellung der Größenordnung.

Die Berechnung nutzt folgende Beziehung für PM₁₀ und PM_{2.5}:

$$E_{PM,i} = x_{house,i} \cdot \beta \cdot (x_{slurry,i} \cdot EF_{slurry,i} + x_{solid,i} \cdot EF_{solid,i}) \quad (3.58)$$

where	$E_{PM,i}$	PM emission for an animal category i (in Gg a ⁻¹ NMVOC)
	β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)
	$x_{house,i}$	share of time the animals spend in the house (in a ⁻¹)
	$x_{slurry,i}$	share of population kept in slurry based systems
	$EF_{slurry,i}$	emission factor for slurry based system (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
	$x_{solid,i}$	share of population kept in solid manure based systems
	$EF_{solid,i}$	emission factor for solid manure based system (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)

4 Cattle / Rinder

4.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

Both CRF and NFR distinguish between dairy cows and „other cattle“.

Dairy cattle are a key source for methane and ammonia. Thus they are described in great detail. Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows („other cattle“) is a key source with respect to both level and trend.

The detailed approach has to be applied. The category is to be disaggregated accordingly. For this purpose, the subcategories used in the German census have to be split and aggregated to serve this inventory. The splitting up and typical properties of the respective herds are listed in Table 4.1 below.

Rinder werden nach CRF/NFR in Milchkühe und „übrige Rinder“ unterteilt.

Milchkühe sind eine Hauptquellgruppe für Methan und für Ammoniak. Sie werden möglichst detailliert beschrieben. Auch für die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung und für Ammoniak eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich der Menge und des Trends.

Das detaillierte Verfahren ist auch hier anzuwenden. Die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist daher zu disaggregieren. Die Einteilung der „übrigen Rinder“ in der deutschen Tierzählung, deren Aufteilung und Aggregation zum Zwecke der Emissionsberechnung sowie typische Eigenschaften gehen aus Table 4.1 hervor.

Table 4.1: Cattle, categorisation and characterisation

Animal subcategories according to German census			Animal subcategories used in this inventory			
Type	Descriptor		Type	Category	Weight 1	Weight 2
A	Kälber unter ½ Jahr alt oder unter 220 kg LG	calves younger than 6 months or weighing less than 220 kg	ca	calves	38 kg an ⁻¹	100 kg an ⁻¹
B	Jungvieh ½ bis unter 1 Jahr alt, männlich (Fresser)	young male cattle 6 months to 1 year	bm	male beef (bulls)	100 kg an ⁻¹	w _{fin, bm}
C	Jungvieh ½ bis unter 1 Jahr alt, weiblich (Fresser)	young female cattle 6 months to 1 year	bf	female beef (heifers)	100 kg an ⁻¹	w _{fin, bf}
D	Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt, männlich (Bullen)	young male cattle 1 to 2 years				
E	Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt weiblich zum Schlachten (Jungrinder)	young female cattle 1 to 2 years, for slaughtering				
F	Jungvieh 1 bis 2 Jahre weiblich, Nutz- und Zuchttiere (Färsen)	young female cattle 1 to 2 years, for replacement				
G	Rinder 2 Jahre und älter, männlich	male cattle above 2 years	mm	mature males (bulls)		
H	Rinder 2 Jahre und älter, weiblich, Schlachtfärsen	female cattle above 2 years, for slaughtering				
I	Rinder 2 Jahre und älter, weiblich, Nutz- und Zuchtfärsen	female cattle above 2 years, for replacement				
J	Milchkühe	dairy cows	dc	dairy cows	w _{fin, bf}	w _{fin, dc}
K	Ammen und Mutterkühe	suckler cows	sc	suckler cows		
L	Schlacht- und Mastkühe	cows for fattening and slaughtering				

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: variable weight; fin: final

Table 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.

Table 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.

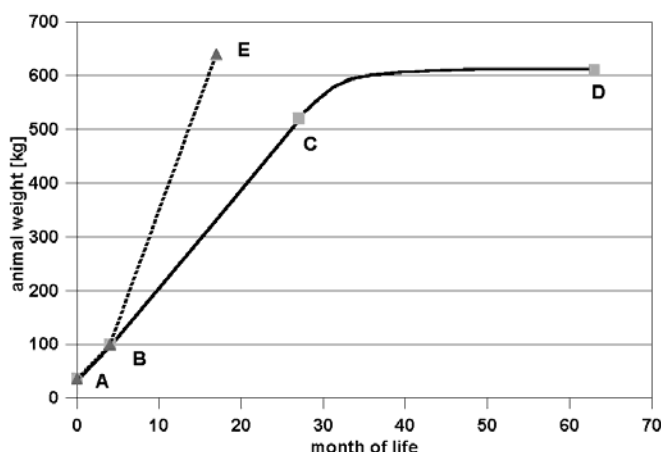


Figure 4.1: Development of animal weights for calves, heifers and bulls.

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: bulls (male beef cattle). Weight E: slaughter weight of bulls.

4.2 Data used for all cattle subcategories / Für alle Rinder-Unterkategorien gültige Daten

4.2.1 Bedded systems: straw properties / Eingestreute Systeme: Eigenschaften von Stroh

Calculations for bedded housing systems are based on a mean dry matter content of 0.86 kg kg⁻¹ and a mean N content of 0.005 kg kg⁻¹ (Faustzahlen, 1993; pg. 256 and Faustzahlen, KTBL, 2005, pg. 219: 0.003 to 0.008 kg kg⁻¹).

All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

Bei Berechnungen für eingestreute Haltungssysteme wird von einer mittleren Trockenmasse von 0,86 kg kg⁻¹ und einem mittleren N-Gehalt von 0,005 kg kg⁻¹ ausgegangen (Faustzahlen, 1993, S. 256; Faustzahlen, KTBL, 2005, S. 219: 0,003 bis 0,008 kg kg⁻¹).

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren.

Table 4.2: Straw properties in cattle husbandry

dry matter content (DM)	0.86	kg kg ⁻¹
N in dry matter	0.0050	kg kg ⁻¹ N
Of which TAN	50	%

Source: Faustzahlen (1993); KTBL (2005)

4.2.2 NMVOC emissions from cattle / NMVOC-Emissionen aus der Rinderhaltung

All cattle types are treated with the same emission factors, see Table 4.3. Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Alle Rinder weisen die gleichen Emissionsfaktoren auf (Table 4.3). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Table 4.3: Cattle, emission factors EF_{NMVOC} relating NMVOC emissions to NH_3 emissions

Species	$EF_{\text{NMVOC, cattle}}$ (in kg kg^{-1})
dimethyl sulphide	0.075
dimethyl disulfide	0.000
dimethyl trisulfide	0.000
Acetone	0.025
acetic acid	0.297
propanoic acid	0.008
2-methyl propanoic acid	0.004
butanoic acid	0.003
2-methyl butanoic acid	0.012
3-methyl butanoic acid	0.007
pentanoic acid	0.000
Phenol	0.001
4-methyl phenol	0.149
3-ethyl phenol	0.001
Indole	0.000
3-methyl indole	0.000

Source: Hobbs et al. (2004)

4.2.3 Ammonia emissions from storage of cattle manures / Ammoniak-Emissionen aus der Wirtschaftsdünger-Lagerung in der Rinderhaltung

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

untreated slurry	open tank	(reference)	0.167 kg kg^{-1} N		reduction compared with reference
	solid cover	(incl. tent structures)	90	%	
	natural crust		70	%	
	floating cover	Chaff	80	%	
	floating cover	Granules	85	%	
	floating cover	plastic film	85	%	
	underneath slatted floor		2.4	%	
Leachate	solid cover	(reference)	0.25 kg kg^{-1} N		
solid manure	Heap	(reference)	0.60 kg kg^{-1} N		

Source: EMEP (2002)

Table 4.5: Cattle, partial emission factors for nitrogen oxides losses from storage (related to N_{excr})

N_2O emissions	slurry with natural crust	0.005	kg kg^{-1} N
	slurry without natural crust	0.000	kg kg^{-1} N
	solid storage, no mixing	0.005	kg kg^{-1} N
NO emissions	slurry with natural crust	0.0005	kg kg^{-1} N
	slurry without natural crust	0.0000	kg kg^{-1} N
	solid storage, no mixing	0.0005	kg kg^{-1} N
N_2 emissions	slurry with natural crust	0.015	kg kg^{-1} N
	slurry without natural crust	0.0000	kg kg^{-1} N
	solid storage, no mixing	0.015	kg kg^{-1} N

Source: IPCC(2006)-10.62 ff; Jarvis and Pain (1994)

4.2.4 Ammonia emissions from spreading of cattle manures / Ammoniak-Emissionen aus der Wirtschaftsdünger-Ausbringung in der Rinderhaltung

Table 4.6: Cattle, partial NH₃ emission factors for application of *slurry* to *arable land* (related to TAN)

broad cast	without incorporation (reference)	0.50	kg kg ⁻¹ N	
broad cast	incorporation within 1 h	80	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	48	%	compared
broad cast	incorporation within 6 h	30	%	with reference
broad cast	incorporation within 12 h	13	%	
broad cast	incorporation within 24 h	8	%	
broad cast	incorporation within 48 h	0	%	
broad cast	short vegetation	-25	%	
trailing hose	bare soil without incorporation	10	%	
trailing hose	incorporation within 1 h	92	%	
trailing hose	incorporation within 4 h	70	%	
trailing hose	incorporation within 6 h	60	%	
trailing hose	incorporation within 12 h	40	%	
trailing hose	incorporation within 24 h	22	%	
trailing hose	incorporation within 48 h	8	%	
trailing hose	short vegetation	-25	%	
trailing hose	vegetation > 0.3 m	30	%	

Source: EMEP (2002)

Table 4.7: Cattle, partial NH₃ emission factors for losses from application of cattle *slurry* to *grassland* (related to TAN)

broad cast	short grass (reference)	0.60	kg kg ⁻¹ N	
trailing hose	short grass	10	%	reduction
trailing hose	vegetation > 0.3 m	30	%	compared
trailing shoe		40	%	with reference
open slot		60	%	

Source: EMEP (2002)

Table 4.8: Cattle, partial NH₃ emission factors for losses from application of *manure (FYM)* to *arable land* or *grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation	0.90	kg kg ⁻¹ N	
broad cast	incorporation within 1 h	90	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	50	%	compared
broad cast	incorporation within 24 h	0	%	with reference
broad cast	incorporation within 48 h	0	%	

Source: EMEP (2002)

Table 4.9: Cattle, partial NH₃ emission factors for losses from application of *leachate ("Jauche")* to *arable land* or *grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation (reference)	0.20	kg kg ⁻¹ N	
broad cast	incorporation within 1 h	90	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	65	%	compared
broad cast	incorporation within 24 h	10	%	with reference
trailing hose	bare soil	10	%	

Source: EMEP (2002)

4.3 Dairy cows / Milchkühe

The subcategory “dairy cows” comprises lactating cows and cows in calf.

Dairy cows are a key category with respect to emissions of:

- CH₄ from enteric fermentation (“level”)
- NH₃

A description using at least a Tier 2 approach is necessary.

The emissions are calculated using workbook CDC.xls according to the procedures compiled in Table 4.10.

„Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

Milchkühe sind Hauptquellgruppen bei folgenden Emissionen:

- CH₄ aus der Verdauung („level“)
- NH₃

Eine Beschreibung mit mindestens einem Stufe-2-Verfahren ist notwendig.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in Rechenmappe CDC.xls nach den in Table 4.10. zusammengestellten Verfahren.

Table 4.10: Dairy cows, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	District	1 a
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	District	1 a
NM VOC	manure management	1	EMEP	district	National	1 a
NH ₃	manure management	3	EMEP	district	District	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	1	IPCC	district	District	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	National	1 a

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). The numbers are used without corrections.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4). Diese Zahlen werden ohne Korrekturen verwendet.

Uncertainty of activity data

The uncertainty of animal numbers ranges between 4 and 5 %. Animal numbers are biased and fall below “exact” values. For a detailed discussion see Dämmgen (2005).

Apart from the systematic error, an uncertainty of about 3 % is likely, distribution normal.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen beträgt zwischen 4 und 5 %. Der Fehler ist systematisch; die Tierzahlen sind zu niedrig. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in Dämmgen (2005).

Außer dem systematischen Fehler ist mit einem stochastischen Fehler von 3 % zu rechnen. Verteilung normal.

4.3.1.2 Milk yield and composition / Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Milk yield

For dairy cows, the most important performance criterion is milk yield. As a rule, mean milk yields are available for each year and each district.

Milchleistung

Wesentliches Leistungskriterium bei Milchkühen ist die Milchleistung. Mittlere Milchleistungen sind im Regelfall für jedes Jahr und jeden Kreis verfügbar.

Milk fat and milk protein contents

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.

Milchfett- und Milchprotein-Gehalte

Die mittleren Milchfett-Gehalte sind für die einzelnen Bundesländer in Table 4.11 zusammengestellt, die mittleren Milcheiweiß-Gehalte in Table 4.12.

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW	4.04	4.07	4.10	4.14	4.15	4.14	4.17	4.16	4.17	4.16	4.14	4.29	4.17	4.18	4.22	4.20	4.17	
BY	4.06	4.10	4.11	4.16	4.14	4.17	4.19	4.20	4.22	4.21	4.20	4.35	4.24	4.23	4.25	4.21	4.19	
BB		4.36	4.35	4.43	4.43	4.37	4.32	4.26	4.24	4.20	4.17	4.13	4.08	4.10	4.16	4.07	3.93	
HE	4.07	4.15	4.17	4.23	4.21	4.25	4.28	4.26	4.27	4.25	4.24	4.36	4.23	4.21	4.24	4.19	4.19	
MV		4.28	4.38	4.47	4.43	4.39	4.41	4.35	4.33	4.28	4.26	4.32	4.13	4.15	4.16	4.09	4.10	
NI	4.17	4.23	4.22	4.27	4.28	4.29	4.33	4.27	4.27	4.24	4.27	4.39	4.22	4.22	4.25	4.20	4.20	
NW	4.11	4.15	4.14	4.19	4.15	4.16	4.20	4.18	4.21	4.16	4.19	4.32	4.17	4.15	4.19	4.12	4.14	
RP	4.12	4.16	4.15	4.22	4.20	4.22	4.22	4.23	4.27	4.21	4.21	4.32	4.21	4.19	4.22	4.19	4.18	
SL																		
SN		4.40	4.41	4.48	4.49	4.47	4.45	4.41	4.36	4.33	4.29	4.37	4.17	4.14	4.19	4.10	4.07	
ST		4.29	4.37	4.43	4.41	4.38	4.36	4.29	4.25	4.20	4.18	4.29	4.07	4.04	4.10	4.01	4.00	
SH	4.16	4.18	4.27	4.26	4.27	4.29	4.33	4.26	4.28	4.28	4.30	4.42	4.37	4.24	4.22	4.21	4.25	
TH		4.29	4.35	4.41	4.38	4.36	4.33	4.29	4.32	4.26	4.19	4.26	4.09	4.05	4.10	4.04	4.00	
StSt																		
Germany	4.09	4.18	4.20	4.25	4.24	4.25	4.27	4.33	4.25	4.22	4.22	4.23	4.20	4.19	4.22	4.17	4.16	

Source: ZMP, various years; MLUR (2007)

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW	3.33	3.34	3.37	3.43	3.43	3.45	3.46	3.38	3.39	3.40	3.39	3.42	3.40	3.41	3.44	3.43	3.40	
BY	3.35	3.37	3.38	3.38	3.36	3.38	3.39	3.45	3.45	3.47	3.46	3.48	3.47	3.48	3.49	3.47	3.46	
BB		3.39	3.42	3.45	3.46	3.47	3.49	3.48	3.48	3.47	3.47	3.45	3.46	3.46	3.46	3.44	3.41	
HE	3.30	3.31	3.32	3.33	3.31	3.35	3.35	3.33	3.36	3.36	3.35	3.38	3.37	3.37	3.39	3.39	3.37	
MV		3.32	3.42	3.47	3.50	3.48	3.50	3.48	3.47	3.48	3.46	3.47	3.44	3.45	3.43	3.42	3.39	
NI	3.29	3.30	3.29	3.30	3.30	3.32	3.37	3.34	3.35	3.37	3.37	3.38	3.38	3.40	3.39	3.40	3.38	
NW	3.34	3.33	3.32	3.33	3.32	3.34	3.35	3.32	3.33	3.34	3.35	3.35	3.36	3.37	3.38	3.37	3.37	
RP	3.28	3.29	3.33	3.32	3.34	3.37	3.36	3.34	3.34	3.34	3.32	3.34	3.35	3.36	3.37	3.37	3.37	
SL																		
SN		3.38	3.38	3.46	3.46	3.48	3.48	3.45	3.47	3.47	3.47	3.46	3.45	3.45	3.44	3.42	3.40	
ST		3.40	3.42	3.48	3.46	3.49	3.50	3.47	3.47	3.45	3.45	3.45	3.43	3.43	3.42	3.42	3.38	
SH	3.32	3.32	3.36	3.40	3.43	3.40	3.40	3.38	3.39	3.41	3.41	3.43	3.42	3.43	3.39	3.41	3.39	
TH		3.29	3.38	3.45	3.43	3.45	3.45	3.42	3.46	3.45	3.42	3.41	3.41	3.41	3.42	3.42	3.39	
StSt																		
Germany	3.32	3.33	3.35	3.38	3.39	3.40	3.42	3.40	3.41	3.42	3.41	3.42	3.42	3.43	3.43	3.42	3.40	

Source: ZMP Milch, various years; MLUR (2007)

Data gap closure

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.

Missing data for a Federal State at the end of a time series were replaced by the latest data available.

Schließen von Datenlücken

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.

Für fehlende Daten eines Bundeslandes am Ende der Zeitreihe wurde der letzte verfügbare Wert eingesetzt.

4.3.1.3 Animal weights / Tiergewichte

Animal weights in Germany vary considerably due to the fact that the mix of races is different within regions. The animal weights used in this inventory are derived from carcass weights obtained from the German slaughter statistics (StatBA, FS3, R4.2.1) by the relations given in Chapter 2.7.3.5. The factors c_w relating them to live weights are standard values used by the Federal Ministry for Nutrition, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) (dairy cows: $c_{w, dc} = 0.49 \text{ kg kg}^{-1}$, heifers: $c_{w, bf} = 0.52 \text{ kg kg}^{-1}$).

The live weights obtained from original (carcass) data are compiled in Table 4.13 and Table 4.14.

Hinsichtlich der Tiergewichte bestehen große regionale Unterschiede, die im Wesentlichen auf unterschiedliche Rassen zurückzuführen sind. Die verwendeten Tiergewichte sind mit Hilfe der Gleichungen in Kapitel 2.7.3.5 aus den Schlachtkörpergewichten abgeleitet, die der Schlachtstatistik entnommen sind (StatBA, FS3, R4.2.1). Die Faktoren c_w sind Standardwerte des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Milchkühe: $c_{w, dc} = 0.49 \text{ kg kg}^{-1}$, Färsen: $c_{w, bf} = 0.52 \text{ kg kg}^{-1}$).

Die aus Schlachtkörpergewichten berechneten Lebendendgewichte sind in Table 4.13 und Table 4.14 zusammengestellt.

Table 4.13: Heifers, mean weight before slaughtering $w_{\text{live, bf}}$ (in kg an^{-1}) (calculated from statistical data on carcass weights)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW	529	510	521	535	538	532	532	530	542	548	545	558	552	547	539	558	565	
BY	554	478	553	568	571	565	559	552	570	577	582	594	583	579	577	583	592	
BB		416	467	497	499	483	498	504	503	517	522	543	515	517	506	510	520	
HE	518	520	533	535	532	527	524	516	506	526	526	532	501	486	479	504	520	
MV		407	452	471	465	460	473	471	475	485	488	510	497	498	491	490	485	
NI	452	464	462	463	443	434	529	533	538	542	549	562	550	544	538	548	528	
NW	515	501	522	520	303	440	539	526	535	534	539	545	535	527	524	533	534	
RP	483	468	494	526	528	518	509	501	501	507	507	508	508	506	500	510	515	
SL	440	494	501	476	504	499	499	494	495	495	495	494	493	493	533	544	553	
SN		426	462	482	488	459	451	349	476	474	471	498	482	476	465	465	490	
ST		415	439	498	516	469	483	476	481	483	501	520	522	496	495	496	496	
SH	521	508	525	540	541	523	528	524	537	540	550	567	551	548	540	546	554	
TH		408	461	501	516	485	486	489	491	498	508	497	497	487	465	465	555	
StSt	536	537	536	525	527	517	533	535	537	539	547	559	552	548	546	554	561	

Germany

Source: Statistisches Bundesamt. Fachserie 3: Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung

Table 4.14: Dairy cows, mean weight before slaughtering (in kg an^{-1}) (calculated from statistical data on carcass weights)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW	577	564	579	591	591	589	594	593	603	609	608	627	624	622	622	629	631	
BY	611	598	609	631	632	629	628	621	634	640	643	654	651	650	648	655	653	
BB	476	476	510	540	530	533	541	543	553	556	566	579	576	580	580	567	568	
HE	567	571	575	575	571	562	562	553	560	572	582	587	581	573	579	596	592	
MV	484	484	509	519	517	517	521	516	523	525	536	558	559	562	555	551	544	
NI	571	562	581	597	597	588	591	585	591	598	606	624	613	612	604	610	610	
NW	569	557	571	592	580	572	579	572	581	586	586	596	591	588	590	594	597	
RP	555	549	570	594	595	590	587	571	574	573	575	580	577	575	571	573	576	
SL	597	588	593	550	626	621	626	621	623	621	621	622	622	622	614	610	616	
SN	472	472	499	505	517	515	525	526	530	534	542	560	567	564	558	551	556	
ST	472	472	492	538	534	524	529	538	542	556	568	600	592	536	538	539	538	
SH	577	565	585	596	600	598	591	589	599	604	613	628	623	618	608	614	619	
TH	474	474	509	557	550	540	546	546	551	555	562	560	560	550	550	551	555	
StSt	541	583	580	593	598	591	579	572	573	584	594	617	606	611	601	604	603	

Germany

Source: Statistisches Bundesamt. Fachserie 3: Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung

The mean live weight of dairy cows is the respective mean of the final (slaughter) weight and the start weight, i.e. the slaughter weight of heifers.

Das mittlere Gewicht von Milchkühen berechnet sich aus dem mittleren Gewicht vor Schlachtung und dem mittleren Gewicht der Färsen vor Schlachtung.

Data gap closure

For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

Schließen der Datenlücken

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 weight of heifers. The weight gain rate is derived from the weight gain by dividing it by the time-span between the age of slaughtering and the age of first calving.

Als relevante Gewichtszunahme wird die Differenz zwischen dem Schlachtgewicht der Färren und dem Schlachtgewicht der Milchkühe angesehen. Die Zunahmerate wird aus dieser Gewichts-differenz und der Zeit zwischen Kalbealter und Schlachtalter berechnet.

$$\frac{\Delta w_{dc}}{\Delta t} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{w_{fin,dc} - w_{fin,bf}}{\tau_{fin,dc} - \tau_{calf}} \quad (4.1)$$

where

$\Delta w_{dc}/\Delta t$	mean weight gain rate of dairy cows (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$w_{fin,dc}$	slaughter weight of dairy cows (in kg an ⁻¹)
$w_{fin,bf}$	slaughter 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)

At present, final live weights are deduced from slaughter (carcass) weights (see Chapter 2.7.3.5). The ages of first calving and of slaughtering are published by ADR and taken from their annual reports (ADR, 1992ff). These data originate from sample surveys. In this inventory, a linear regression of ages versus time was used to describe weight gain rates.

There is no differentiation between Federal States or race.

Data are compiled in Table 4.15.

Zurzeit werden die relevanten Gewichte aus Schlachtgewichten abgeleitet (siehe Kapitel 2.7.3.5). Erstkalbealter und Schlachtalter werden ADR-Mitteilungen entnommen (ADR, 1992ff). Die Zahlen entstammen Stichproben. Für den Zweck dieses Inventars werden die Ergebnisse einer linearen Regression verwendet.

Eine Differenzierung nach Bundesländern oder Rassen findet nicht statt.

Die Daten sind in Table 4.15 zusammengestellt.

Table 4.15: Dairy cows, slaughter ages, ages at first calving and resulting life spans (in a)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
$\tau_{fin,bf}$ ADR				5.70	5.60	5.70	5.70	5.50	5.50	5.50	5.40	5.40	5.40	5.30	5.40	5.40	5.40	
$\tau_{fin,bf}$ lin				5.67	5.64	5.62	5.59	5.56	5.53	5.51	5.48	5.45	5.42	5.40	5.37	5.34	5.31	
τ_{calf} ADR			2.55	2.55	2.55	2.53	2.50	2.51	2.51	2.59	2.50	2.51	2.48	2.47	2.46	2.45	2.43	
τ_{calf} lin			2.56	2.55	2.55	2.54	2.53	2.52	2.51	2.51	2.50	2.49	2.48	2.47	2.46	2.46	2.45	
Δt				3.12	3.10	3.08	3.06	3.04	3.02	3.00	2.98	2.96	2.94	2.92	2.91	2.89	2.87	

Source: ADR, 1992 ff, Tables 61a, 48 or 4.9

Data gap closure

For the years 1990 to 1993, the data for 1993 were used. The data for 2007 are identical with those for 2006.

Schließen der Datenlücken

Für die Jahre von 1990 bis 1993 werden die Angaben für 1993 verwendet, für das Jahr 2007 die Angabe für 2006.

4.3.1.5 Pregnancy rates / Trächtigkeitsraten

The rate of pregnant dairy cows is published in ADR (1991 ff). A complete timeseries covering all Federal States can be obtained.

Der Anteil trächtiger Milchkühe wird ADR (1991 ff) entnommen. Es ergibt sich eine vollständige Zeitreihe für alle Bundesländer.

4.3.1.6 Duration of lactation period / Dauer der Laktationsperiode

The intervals between calvings are related to the milk yield. ADR data (ADR, 1992 to 2007) allow for a linear regression between these entities:

Die Dauer der Zwischenkalbezeiten ist eine Funktion der Milchleistung. Aus Daten der ADR (ADR, 1992 bis 2007) lässt sich der folgende lineare Zusammenhang ableiten:

$$t_{ibc} = a + b \cdot Y_M \quad (4.2)$$

where

t_{ibc}	duration of intervals between calvings (in d)
a	constant ($a = 360.43$ d)
b	coefficient ($b = 0.00522 \text{ kg}^{-1} \text{ an d a}$)
Y_M	annual milk yield (in $\text{kg an}^{-1} \text{ a}^{-1}$)

From these values the relative duration per year of the lactation period can be deduced, assuming a duration of the dry period of 42 d.

Daraus lassen sich die Anteile der Laktationszeiten pro Jahr unter Berücksichtigung einer Trockenstehzeit von 42 d wie folgt berechnen:

$$t_{lac} = \frac{t_{ibc} - t_{dry}}{t_{ibc}} \cdot \alpha \quad (4.3)$$

where

t_{lac}	duration of lactation period (in d a^{-1})
t_{dry}	duration of dry period ($t_{dry} = 42$ d)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)

4.3.2 Energy requirements / Energiebedarf

The energy requirements are calculated as described in Chapter 3.2.

Der Energiebedarf wird entsprechend Kapitel 3.2 berechnet.

4.3.3 Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung

4.3.3.1 Feed intake / Futteraufnahme

Feed intake is calculated using the basic data compiled in Table 4.16 and the duration of the lactation period.

Die Futteraufnahme berechnet sich aus den in Table 4.16 angegebenen Grunddaten als Funktion der Länge der Laktationszeit.

$$m_F = m_{F, lac} + m_{F, dry} = \frac{1}{\alpha} \cdot [(a + b \cdot Y_M) \cdot t_{lac} + d \cdot (\alpha - t_{lac})] \quad (4.4)$$

where

m_F	mean daily feed intake (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹ DM)
$m_{F, lac}$	daily feed intake during the lactation period (in kg pl d ⁻¹ DM)
$m_{F, dry}$	daily feed intake during the dry period (in kg pl d ⁻¹ DM)
a	constant ($a = 9.093$ kg pl ⁻¹ d ⁻¹ DM)
b	constant ($b = 0.001071$ kg pl ⁻¹ d ⁻¹ (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ milk) ⁻¹ DM)
Y_M	annual milk yield (in kg an ⁻¹ a ⁻¹)
t_{lac}	duration of lactation period (in d a ⁻¹)
d	feed intake during the dry period (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹ DM)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)

4.3.3.2 Mass fraction of concentrates in feed / Kraftfutteranteil im Futter

Data sets, which describe diets typical for the German situation as a function of milk yield, are presented in Table 4.16 (see also subsequent explanation of entities).

Datensätze, die die typische Fütterung in Deutschland als Funktion der Milchleistung beschreiben, sind in Table 4.16 zusammengestellt (s. auch nachfolgende Legende).

Table 4.16: Dairy cows, Germany, typical diets according to different milk yields

Y_M kg an ⁻¹ a ⁻¹	m_F Kg pl ⁻¹ d ⁻¹ DM	x_{conc} kg kg ⁻¹	x_{rough} kg kg ⁻¹	t_{lac} d a ⁻¹	X_{DE} MJ MJ ⁻¹
4000	13.38	0.10	0.90	324.8	0.716
5000	14.45	0.15	0.85	325.3	0.723
6000	15.52	0.20	0.80	325.9	0.731
7000	16.59	0.25	0.75	326.4	0.738
8000	17.66	0.30	0.70	326.9	0.746
9000	18.73	0.35	0.65	327.4	0.754
10000	19.80	0.40	0.60	327.8	0.761
11000	20.88	0.45	0.55	328.3	0.769
12000	21.95	0.50	0.50	328.8	0.777
Dry	10	0.10	0.90		

Source: Expert judgement FAL-TE in accordance with Flachowsky et al. (2004)

where

Y_M	annual milk yield (kg an ⁻¹ a ⁻¹), related to a lactation period of 330 d a ⁻¹
m_F	mean daily feed intake (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹ DM)
x_{conc}	typical share of concentrates (in kg kg ⁻¹ of DM)
x_{rough}	typical share of roughage (in kg kg ⁻¹ of DM)
t_{lac}	duration of lactation period (in d a ⁻¹)
X_{DE}	mean digestible energy as fraction of gross energy (in MJ MJ ⁻¹), see Chapter 4.3.3.3

4.3.3.3 Mean digestibility / Mittlere Verdaulichkeiten

Mean digestibilities are deduced from the diet compositions during and outside the lactation period, as listed in Table 4.16. The digestibility of concentrates is assumed to be 86 %, that of roughage is 70 %. The variable duration of the lactation period is taken into account.

Die mittleren Verdaulichkeiten berechnen sich aus den in Table 4.16 angegebenen Futterzusammensetzungen während und außerhalb der Laktationszeit mit Kraftfutter-Verdaulichkeiten von 86 % und Grundfutter-Verdaulichkeiten von 70 % unter Berücksichtigung des Anteils der Laktationszeit über:

$$X_{DE} = \frac{m_{F, lac} \cdot (x_{conc, lac} \cdot X_{DE, conc} + x_{rough, lac} \cdot X_{DE, rough}) + m_{F, dry} \cdot (x_{conc, dry} \cdot X_{DE, conc} + x_{rough, dry} \cdot X_{DE, rough})}{m_F} \quad (4.5)$$

where

X_{DE}	mean digestibility (in MJ MJ ⁻¹)
$m_{F, lac}$	daily feed intake during lactation (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)

$x_{\text{conc, lac}}$	share of concentrates in the daily diet (in MJ MJ ⁻¹)
$x_{\text{DE, conc}}$	digestibility of concentrates (in MJ MJ ⁻¹)
$x_{\text{rough, lac}}$	share of roughage in the daily diet (in MJ MJ ⁻¹)
$x_{\text{DE, rough}}$	digestibility of roughage (in MJ MJ ⁻¹)
$m_{\text{F, dry}}$	daily feed intake during dry period (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
m_{F}	overall amount of daily feed intake (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)

In practice, this results in the following regression function:

In der Praxis führt dies zu folgender Regressionsgleichung:

$$X_{\text{DE}} = k + l \cdot Y_{\text{M}} \quad (4.6)$$

where

X_{DE}	mean digestibility (in MJ MJ ⁻¹)
k	constant ($k = 0.685 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
l	coefficient ($l = 7.627 \cdot 10^{-6} \text{ MJ MJ}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ an a}$)
Y_{M}	milk yield (in kg an ⁻¹ a ⁻¹)

4.3.4 Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung

4.3.4.1 Methane conversion rate / Methan-Umwandlungsrate

IPCC(2006)-10.30 propose a constant methane conversion rate (0.065 MJ MJ⁻¹). As proposed by Jouany (2008), this inventory makes use of the approach of Sauvant and Giger-Reverdin (2007), where the methane conversion rate is a function of the share of concentrates and calculated as follows:

Als Umwandlungsrate wird bei IPCC(2006)-10.30 eine Konstante vorgeschlagen (0,065 MJ MJ⁻¹). Das deutsche Inventar verwendet die in Jouany (2008) empfohlene Funktion nach Sauvant und Giger-Reverdin (2007), die die Umwandlungsrate als Funktion des Kraftfutter-Anteils nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$x_{\text{CH}_4} = (a + b \cdot x_{\text{conc}} + c \cdot x_{\text{conc}}^2) \cdot \frac{NE}{GE} \quad (4.7)$$

where

x_{CH_4}	methane conversion rate (in MJ MJ ⁻¹)
a	constant ($a = 13,2 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
b	coefficient ($b = 4.2 \cdot 10^{-2} \text{ MJ MJ}^{-1}$)
x_{conc}	mass fraction of concentrates in feed (in kg kg ⁻¹)
c	coefficient ($c = 12.02 \cdot 10^4 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
NE	net energy required (in MJ an ⁻¹ a ⁻¹)
GE	gross energy intake (in MJ an ⁻¹ a ⁻¹)

The methane conversion rate of $0.065 \pm 0.010 \text{ MJ MJ}^{-1}$ is addressed by IPCC(2006)-10.30 as "a rough guide". "When good feed is available (...) the lower bounds should be used."

For Germany, the application of the function according to Sauvant and Giger-Reverdin (2007) leads to a methane conversion rate depending on milk yield as it shown in Figure 4.2. This conversion rate is within the range of the lower value proposed by IPCC (2006).

Die Umwandlungsrate von $0,065 \pm 0,010 \text{ MJ MJ}^{-1}$ wird bei IPCC(2006)-10.30 als Richtwert („a rough guide“) angegeben. Bei guter Futterqualität wird vorgeschlagen, den unteren Wert von $0,055 \text{ MJ MJ}^{-1}$ zu verwenden.

Bei Anwendung der Funktion nach Sauvant und Giger-Reverdin (2007) ergibt sich für die deutsche Situation eine von der Milchleistung abhängige Umwandlungsrate wie in Figure 4.2, die in der Nähe des unteren IPCC(2006)-Wertes liegt.

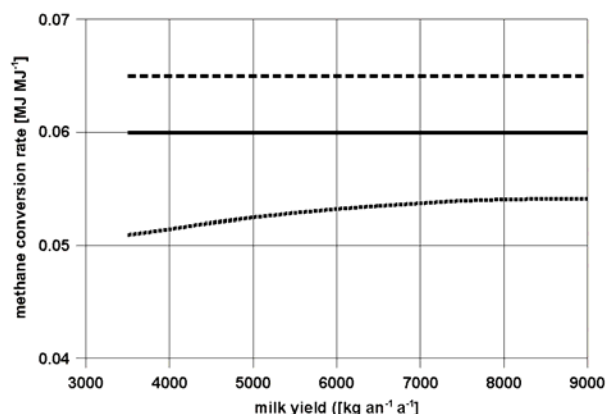


Figure 4.2: Dairy cows, methane conversion rate as a function of milk yield. Input data used: 660 kg an⁻¹, no weight gain, milk fat 4.1 %. Upper dotted line: constant default methane conversion rate proposed in IPCC(2006)-10.31; centre line: constant default methane conversion rate proposed in IPCC(1996)-3-4.16; lower dotted line: variable methane conversion rate used in this inventory

4.3.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management

A Tier-3 approach is used to treat CH₄ emissions from manure management of dairy cows.

The assessment of the emission factor according to Chapter 3.4.3.3 presupposes the knowledge of the amount of VS excreted, the amount of carbon imports with straw, the maximum methane producing capacity, the methane conversion factors and the frequency distribution of the manure management systems.

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-3-Verfahren angewandt.

Die Berechnung des Emissionsfaktors nach Kapitel 3.4.3.3 setzt die Kenntnis der VS-Ausscheidungen, der mit Stroh eingetragenen C-Mengen, der maximalen Methan-Freisetzungs-kapazitäten, der Methan-Konversionsfaktoren und der Häufigkeit von Wirtschaftsdünger-Lager-typen voraus.

4.3.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

As described in Chapter 3.4.1, the amounts of “volatile solids” (VS) excreted are obtained from the gross energy as calculated in the course of the treatment of enteric fermentation, the digestibility and the ash content (Chapter 3.4.3.3).

Here, digestibility varies. Essentially, digestibility is a function of milk yield as calculated in Chapter 4.3.3.3.

Ash contents are assumed to be 0.08 kg kg⁻¹ (IPCC(2006)-10.42). This nearly fits the data published by Henning and Poppe (1975), pg. 169, who propose 0.11 kg kg⁻¹.

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) lassen sich gemäß Kapitel 3.4.1 aus der Bruttoenergie, die bei der Berechnung der Emissionen aus der Verdauung ermittelt wurde (Kapitel 3.4.3.3), der Verdaulichkeit und dem Aschegehalt berechnen.

Dabei ist die Verdaulichkeit variabel und im Wesentlichen eine Funktion der Milchleistung. Sie wird entsprechend Kapitel 4.3.3.3 berechnet.

Der Aschegehalt wird mit IPCC(2006)-10.42 zu 0,08 kg kg⁻¹ angenommen. Dies entspricht nahezu dem in Henning und Poppe (1975), S. 169, beschriebenen Wert von 0,11 kg kg⁻¹.

4.3.5.2 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

The German inventory considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding. The straw amounts used in dairy cow

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsvorfahren mit Einstreu. Die in der Milchvieh-

houses as well as the respective VS amounts relevant for CH₄ calculation are compiled in Table 4.17. The straw properties used to calculate dry matter content and VS amounts are given in Chapter 4.2.1.

Haltung verwendeten Strohmenngen sowie die für die CH₄-Berechnung relevanten VS-Mengen sind in Table 4.17 zusammengestellt. Die zugrunde gelegten Stroheigenschaften gehen aus Kapitel 4.2.1 hervor.

Table 4.17: Dairy cow housing, amounts of straw input

Animal house type		straw input ^a kg pl ⁻¹ d ⁻¹	dry matter kg pl ⁻¹ d ⁻¹
Tied systems		5.0	4.3
loose housing	Cubicles	4.5	3.9
loose housing	deep litter	10	8.6
loose housing	Sloped floor	8.5	7.3

^a Source: KTBL (2006a, b)

4.3.5.3 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.789 (Western Europe) and IPCC(2006)-10.38, respectively (Tables 10A-5 and 10.14). They are collated in Table 4.18.

The storage systems „lagoon“, „dry lot“, „burned for fuel“ and „other“ do not exist in Germany. The share of slurry treated in fermenters (bio-gas slurry) is yet unknown (2008).

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 (Westeuropa) bzw. IPCC(2006)-10.38 entnommen (Tabellen 10A-5 bzw. 10.14), siehe Table 4.18.

Die Lagerungsformen „lagoon“, „dry lot“, „burned for fuel“ und „other“ existieren in Deutschland nicht. Der Anteil der vergorenen Gülle (Biogas-Gülle) ist im Jahr 2008 noch unbekannt.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet.

Table 4.18: Dairy cows, maximum methane producing capacity and methane conversion factors MCF as used in the German inventory

Maximum methane producing capacity B_0	0.24	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
<i>MCF</i> liquid/slurry		
with natural crust	temperature dependent, 0.10 to 0.15	kg kg ⁻¹ C
without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> solid storage	0.02	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> deep litter	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	kg kg ⁻¹ C

Source: IPCC(2006)-10.77, Table 10A-4; IPCC(2006)-10.44, Table 10.17

The temperatures needed are obtained as described in Chapter 16.1.

Die benötigten Temperaturen werden wie in Kapitel 16.1 beschrieben erhalten.

4.3.5.4 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

The calculation of emission factors presupposes the knowledge of the emission explaining variables, in particular information about housing, storage of animal manures and manure application.

These data are provided by the agricultural sector model RAUMIS (see Chapter 16.2).

Die Berechnung der Emissionsfaktoren setzt die Kenntnis der emissionsbestimmenden Variablen voraus, insbesondere Informationen über Stalltypen, Lagertypen und Formen der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.

Diese Daten wurden mit Hilfe des Agrarsektor-modells RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) gewonnen.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

4.3.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The procedure to derive an NMVOC inventory using emission factors relative to the respective NH₃ emissions was described for the UK by Hobbs et al. (2004) (cf. Chapter 3.4.4). The implied emission factors used in this inventory were applied to Germany (Table 4.3).

NMVOC emissions are related to the total amount of NH₃ emitted from animal husbandry.

Aus dem bei Hobbs et al. (2004) beschriebenen Verfahren (siehe Kapitel 3.4.4) wurden die für das Vereinigte Königreich ermittelten relativen Emissionsfaktoren (NMVOC-Emissionen relativ zu NH₃-Emissionen) berechnet und versuchsweise auf Deutschland angewendet (Table 4.3).

Die NMVOC-Emissionen werden auf die Gesamtmenge an emittiertem NH₃ bezogen.

4.3.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The assessment of these emissions presupposes the knowledge of the respective N excretions (amounts and locations), N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN during storage, the frequency distributions of housing types, storage facilities, spreading techniques and times until 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.

4.3.7.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

GAS-EM makes use of a special model to assess N excretions of dairy cows.

The Danish methodology used in this inventory relates standard values obtained from experiments with energy balance considerations. It is documented in detail by Kristensen (1998) and Poulsen et al. (2001). Its application to the German situation was analysed in Dämmgen and Lüttich (2005).

The methodology is based on the subsequent mass balance equation:

GAS-EM benutzt ein spezielles Verfahren zur Berechnung der N-Ausscheidung bei Milchkühen.

Das hier verwendete dänische Verfahren leitet Standard-Werte aus Experimenten und Energiebilanz-Erwägungen ab. Das Verfahren ist bei Poulsen und Kristensen (1998) und Poulsen et al. (2001) ausführlich beschrieben. Seine Anwendung auf deutsche Verhältnisse wurde in Dämmgen und Lüttich (2005) untersucht.

Dem Verfahren liegt die folgende Bilanzgleichung zugrunde:

$$m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} - m_{\text{calf}} - m_{\text{l}} = m_{\text{urine}} + m_{\text{faeces}} \quad (4.8)$$

where

m_{feed}	amount of N in feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{g}	amount of N retained in animal during growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{calf}	amount of N bound in calf (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{l}	amount of N secreted with milk (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{urine}	amount of N excreted in urine (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{faeces}	amount of N excreted in faeces (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

The methodology is not based on the energy and protein demand of the cows (as in GfE,

Dabei geht das Verfahren nicht von Energie- und Proteinbedarf aus (wie GfE, 2001), sondern

2001) but rather on feeding experiments and analyses of data provided by the Danish Periodic Feed Control conducted on cattle farms in practice. The basic energy unit used is the Scandinavian Feed Unit (SFU), which is named "standard energy" (SE) in this document.

1 SFU is equivalent to approx. 12 MJ ME .

Nitrogen intake with feed is obtained from the standard energy in feed according to:

$$m_{\text{feed}} = SE_{\text{feed}} \cdot x_{\text{XP}} \cdot x_{\text{N}} \quad (4.9)$$

where

m_{feed}	amount of N in feed (in kg $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
SE_{feed}	standard energy intake with feed (in SFU $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
x_{XP}	mean nitrogen content of crude protein XP in feed (in kg SFU ⁻¹ XP)
x_{N}	nitrogen content in XP ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)

SE_{feed} is defined by

SE_{feed} ist gegeben durch

$$SE_{\text{feed}} = SE_{\text{m}} + SE_{\text{l}} + SE_{\text{p}} + SE_{\text{g}} \quad (4.10)$$

where

SE_{feed}	standard energy intake with feed (in SFU $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
SE	standard energy (in SFU $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
SE_{m}	standard energy required for maintenance (in SFU $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
SE_{l}	standard energy required for lactation (in SFU $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
SE_{p}	standard energy required for foetus growth (in SFU $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
SE_{g}	standard energy required for growth (in SFU $\text{pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)

The crude protein content of the feed is obtained as weighted mean from the respective contents of feed taken in during grazing and in the animal house using the share of time the animals spend grazing:

Der Rohprotein-Gehalt des Futters ist das gewichtete Mittel der Gehalte des beim Weidegang und im Stall aufgenommenen Futters. Die Aufteilung entspricht den Zeitanteilen von Weidegang und Unterbringung im Stall:

$$x_{\text{XP}} = \left(1 - \frac{\tau_{\text{graz}}}{\alpha}\right) \cdot x_{\text{XP,house}} + \frac{\tau_{\text{graz}}}{\alpha} \cdot x_{\text{XP,graz}} \quad (4.11)$$

where

x_{XP}	mean nitrogen content of crude protein XP in feed (in kg SFU ⁻¹ XP)
τ_{graz}	duration of grazing (in d a^{-1})
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$x_{\text{XP, house}}$	concentration of crude protein in typical feed in the animal house (related to SE) ($x_{\text{XP, house}} = 0.173 \text{ kg SFU}^{-1}$)
$x_{\text{XP, graz}}$	concentration of crude protein in typical feed during grazing (related to SE) ($x_{\text{XP, graz}} = 0.183 \text{ kg SFU}^{-1}$)

Excretions in the dairy parlour exceed the "normal" rate. This is accounted for by using a fictive increased duration of milking.

The standard energy required for maintenance presupposes knowledge of the mean animal weight. Animal weights are available as carcass weights (see Table 4.14), from which live weights can be derived.

Die erhöhten Ausscheidungen je Zeiteinheit im Melkstall werden durch eine Erhöhung der Melkdauern berücksichtigt.

Die Berechnung der Standard-Unterhaltungsenergie setzt die Kenntnis des Lebendgewichts voraus. Dieses lässt sich aus dem Schlachtkörpergewicht (siehe Table 4.14) ableiten.

$$SE_m = \left(\frac{w}{I} + j \right) \cdot \alpha \cdot k \quad (4.12)$$

where

SE_m	standard energy required for maintenance (in SFU pl ⁻¹ a ⁻¹)
w	animal weight (in kg an ⁻¹)
I	specific weight per unit of standard energy required ($I = 200$ kg an ⁻¹)
j	constant ($j = 1.5$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
k	specific energy consumption ($k = 1.1$ SFU kg ⁻¹ d ⁻¹)

The standard energy required for lactation is derived from milk yield and composition. In Germany, data on milk fat content and milk protein content are available for single Federal States (Table 4.11 and Table 4.12).

Die Standard-Laktationsenergie wird aus Milchleistung und Milchzusammensetzung berechnet. Daten zum MilCHFett-Gehalt und zum Milcheiweiß-Gehalt sind in Deutschland für Bundesländer verfügbar (Table 4.11 und Table 4.12).

$$SE_l = g \cdot Y_{M, \text{corr}} + h \cdot Y_{M, \text{corr}}^2 \quad (4.13)$$

where

SE_l	standard energy required for lactation (in SFU pl ⁻¹ a ⁻¹)
$Y_{M, \text{corr}}$	annual milk yield, corrected for fat and protein content (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
g	constant ($g = 0.4$ SFU kg ⁻¹)
h	constant ($h = 0.0000167$ SFU kg ⁻² pl a)

$Y_{M, \text{corr}}$ is defined by

$Y_{M, \text{corr}}$ ist gegeben durch

$$Y_{M, \text{corr}} = Y_M \cdot \frac{c \cdot x_{\text{fat}} + d \cdot x_{\text{mP}} + e}{f} \quad (4.14)$$

where

$Y_{M, \text{corr}}$	annual milk yield, corrected for fat and protein content (in kg an ⁻¹ a ⁻¹)
Y_M	annual milk yield (in kg an ⁻¹ a ⁻¹)
c	constant ($c = 0.00383$)
x_{fat}	fat content of milk (in kg kg ⁻¹)
d	constant ($d = 0.00242$)
x_{mP}	protein content of milk (in kg kg ⁻¹)
e	constant ($e = 0.7832$)
f	constant ($f = 3.14$)

The standard energy required for pregnancy SE_p is assumed to be constant (for heavy cattle: $SE_p = 130$ SFU an⁻¹ a⁻¹).

The standard energy required for growth is derived from the growth rate.

Die Standardenergie für Trächtigkeit SE_p wird als konstant angesehen. Für schwere Rassen wird angenommen: $SE_p = 130$ SFU an⁻¹ a⁻¹.

Die Standarenergie für Wachstum wird aus der Gewichtszunahme abgeleitet:

$$SE_g = \Delta w \cdot c_{SEg} \quad (4.15)$$

where

SE_g	standard energy for growth (in SFU an ⁻¹ a ⁻¹)
Δw	weight gain (in kg an ⁻¹ a ⁻¹)
c_{SEg}	specific energy consumption for growth ($c_{SEg} = 4.0$ SFU kg ⁻¹)

The amount of nitrogen excreted with milk is a function of milk yield and nitrogen content of the milk.

Die mit der Milch ausgeschiedene N-Menge ist eine Funktion der Milchleistung und des N-Gehaltes der Milch:

$$m_l = Y_M \cdot x_{P, \text{milk}} \cdot x_{N, \text{milk}} \quad (4.16)$$

where

m_l	amount of N secreted with milk (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
Y_M	annual milk yield (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{P, \text{milk}}$	protein content of milk (in kg kg ⁻¹ protein)
$x_{N, \text{milk}}$	nitrogen content of milk protein ($x_{N, \text{milk}} = 1/6.38 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

The amount of nitrogen retained in the cow's body by growth is calculated from the weight gain and the mean nitrogen content of the cow.

Die durch Zuwachs im Körper gebundenen N-Menge m_g wird aus der Gewichtszunahme und dem mittleren N-Gehalt der Kuh berechnet.

$$m_g = \Delta w \cdot x_{N, \text{cow}} \quad (4.17)$$

where

m_g	amount of N retained in a cow's body (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
Δw	weight gain (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{N, \text{cow}}$	nitrogen content of (entire) cow ($x_{N, \text{cow}} = 0.0256 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

For adult cows, this term can be assumed to be close to zero.

Für ausgewachsene Tiere kann diese Menge praktisch auf null gesetzt werden.

The birth of the calf results in an export of nitrogen. The amount lost is a function of the weight of the calf (see Chapter 4.4.1.2) and its nitrogen content:

Mit der Geburt eines Kalbs wird N ausgeschieden. Der Betrag ist eine Funktion des Geburtsgewichts des Kalbs (s. Kapitel 4.4.1.2) und seines N-Gehaltes:

$$m_p = n_{\text{calf}} \cdot w_{\text{calf}} \cdot x_{N, \text{calf}} \quad (4.18)$$

where

m_p	amount of N exported by the birth of calves (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
n_{calf}	number of calves (in an pl ⁻¹ a ⁻¹)
w_{calf}	weight of calf (in kg an ⁻¹)
$x_{N, \text{calf}}$	nitrogen content of the (entire) calf ($x_{N, \text{calf}} = 0.0296 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Mass conservation then allows the amount of nitrogen excreted to be assessed (Chapter 3.5.1):

Unter Voraussetzung des Massenerhalts kann dann damit die N-Ausscheidung berechnet werden (Kapitel 3.5.1):

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - (m_l + m_g + m_{\text{calf}}) \quad (4.19)$$

where

m_{excr}	amount of N excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{feed}	amount of N in feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_l	amount of N secreted with milk (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_g	amount of N retained in animal during growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{calf}	amount of N bound in calf (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

Faeces and urine fractions are obtained by disaggregation based on the amount and standard energy taken in by the animal and the dry matter content of feeds. The nitrogen excreted with faeces is determined using a regression approach:

Anschließend erfolgt die Disaggregation nach Kot- und Urin-N. Dabei wird die Standardenergie für das Futter und dessen Trockenmasse-Gehalt benötigt. Die mit dem Kot ausgeschiedene N-Menge wird über folgende Regression bestimmt:

$$m_{\text{faeces}} = \alpha \cdot \left(p \cdot \frac{m_{\text{feed}}}{\alpha} + q \cdot \frac{DM}{\alpha} + r \cdot \left(\frac{DM}{\alpha} \right)^2 \right) \cdot x_N \quad (4.20)$$

where

m_{faeces}	amount of N excreted in faeces (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
p	constant ($p = 40$)
m_{feed}	amount of N in feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
DM	dry matter intake (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
q	constant ($q = 20$)
r	constant ($r = 1.8 \text{ kg}^{-1} \text{ pl d}$)
x_N	nitrogen content of crude protein ($x_N = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

DM is given by

DM ist gegeben durch

$$DM = \frac{SE}{c_{\text{SE,DM}}} \quad (4.21)$$

where

DM	dry matter intake (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
SE	total standard energy intake (in SFU pl ⁻¹ a ⁻¹)
$c_{\text{SE,DM}}$	specific SE content of feed dry matter (SFU kg ⁻¹)

Finally, the amount of nitrogen excreted with urine is the remainder, if other nitrogen losses (with breath or sweat) can be excluded, which is true in practice:

Die mit dem Harn ausgeschiedene N-Menge wird als Restglied angesehen. N-Verluste mit Schweiß oder der Atemluft werden dabei als vernachlässigbar angesehen. Dies trifft in der Praxis auch zu.

$$m_{\text{urine}} = m_{\text{excr}} - m_{\text{faeces}} \quad (4.22)$$

where

m_{urine}	amount of N excreted in urine (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{excr}	amount of N excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{faeces}	amount of N excreted in faeces (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

The ratio x_{TAN} of TAN to total nitrogen becomes a variable ($0.5 < x_{\text{TAN}} < 0.65$).

Das Verhältnis x_{TAN} von TAN zu N_{total} wird damit zur Variablen ($0.5 < x_{\text{TAN}} < 0.65$).

4.3.7.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts are given in Table 4.19. For the properties of straw see Chapter 4.2.1.

All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise during storage, see Table 4.19.

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 wird auf Kapitel 4.2.1 verwiesen.

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers mineralisieren, s. Table 4.19.

Table 4.19: Dairy cows, N inputs with straw in German dairy cattle houses

Animal house type		straw input ^a kg pl ⁻¹ d ⁻¹	dry matter kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N input kg pl ⁻¹ a ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ a ⁻¹
tied systems		5.0	4.3	7.8	3.9
loose housing	cubicles	4.5	3.9	7.1	3.5
loose housing	deep litter	10	8.6	15.7	7.8
loose housing	sloped floor	8.5	7.3	13.3	6.7

^a Source: KTBL (2006a, b)

4.3.7.3 Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung

The transformation of N species during storage of manure (TAN $\leftrightarrow$ N_{org}) is assumed to be about 40 % of TAN, if enough bedding material is available. (Expert judgement EAGER⁹). This is in accordance with Kirchmann and Witter (1989) (cf also Webb and Misselbrook, 2004).

The N stored as *leachate* ("Jauche") is 25 %, of which 90 % is TAN.

For *untreated slurry*, 10 % of the N_{org} are assumed to be converted to TAN during storage.

Für die Umwandlungen von N-Spezies bei der Lagerung von Festmist (TAN $\leftrightarrow$ N_{org}) wird angenommen, dass 40 % des TAN immobilisiert werden, sofern ausreichend Einstreu vorhanden ist (Expertenurteil EAGER⁹). Dies stimmt mit Kirchmann und Witter (1989) überein (vgl. auch Webb und Misselbrook, 2004).

Der Anteil des N in der Jauche beträgt 25 %; 90 % hiervon ist TAN.

Für *unbehandelte Gülle* wurde angenommen, dass 10 % des N_{org} in TAN umgewandelt werden.

$$m_{\text{storage, org}} = m_{\text{house}} \cdot (1 - 0.1) + (m_{\text{house, TAN}} - E_{\text{house}}) \cdot 0.1 \quad (4.23)$$

$$m_{\text{storage, TAN}} = (m_{\text{house, TAN}} - E_{\text{house}}) \cdot (1 - 0.1) + m_{\text{house, org}} \cdot 0.1 \quad (4.24)$$

where

$m_{\text{storage, org}}$	the amount of organic N entering storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{house}	the amount of organic N that was dropped in the house (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{house, TAN}}$	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)

During *slurry separation*, 10 % of TAN and 90 % of the organic fraction are assumed to be in the solid separate. During slurry fermentation 10 % of the N_{org} are assumed to be converted to TAN.

Bei der *Gülletrennung* wurde angenommen, dass bei der Separierung 10 % des TAN und 90 % des org. N in den Feststoff gelangen. Bei der Vergärung werden 10 % des N_{org} in TAN umgewandelt.

4.3.7.4 Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide

4.3.7.4.1 N excreted in the house, the dairy parlour and during grazing / N-Ausscheidungen im Stall, im Melkstall und auf der Weide

The amounts excreted during grazing are related to the residence times within the animal houses and the duration of grazing. Daily grazing times of 24 h and 10 h are considered.

Die Anteile der Ausscheidungen werden auf die Aufenthaltsdauer im Stall bzw. auf der Weide bezogen. Auf der Weide wird zwischen einem ganztägigen Aufenthalt auf der Weide und einem 10-stündigen Aufenthalt unterschieden.

⁹ EAGER – European Agriculture Gaseous Emission Inventory Network (EAGER, 2005)

The percentage of animals, which are grazed in either form, is deduced from agricultural census data using RAUMIS (see Chapter 16.2).

The assessment of the duration of the grazing period are NOT obtained from a model, but based upon KTBL data describing vegetation properties and work routines in plant production.

With respect to emission factors, excreta dropped during milking on hard standings are dealt with as excretions in cubicle houses. The amount of excreta is not proportional to the time spent in these areas. It is assumed that the increased activity of the animals leads to an increase in excretion dropping by about 15 % of the excreta before, during and after milking. The increased excretion rate is accounted for by definition of an apparently extended milking duration, leading to an "effective duration" of milking is 3.5 h d^{-1} .

Then, the amounts of N excreted on pasture, in the yards, and in the house are given by the following equations:

$$x_{\text{excr, graz}} = \frac{\tau_{\text{graz}}}{\alpha} = [x_{\text{graz, 1}} \cdot (\delta - \tau_{\text{milk}} - \tau_{\text{yard}}) + x_{\text{graz, 2}} \cdot \tau_{\text{graz, 2}}] \cdot \frac{1}{\delta} \quad (4.25)$$

$$x_{\text{excr, yard}} = \frac{\tau_{\text{yard}}}{\delta} \quad (4.26)$$

$$x_{\text{excr, house}} = 1 - (x_{\text{excr, graz}} + x_{\text{excr, yards}}) \quad (4.27)$$

where

$x_{\text{excr, graz}}$	fraction of excreta dropped during grazing (in kg kg^{-1})
τ_{graz}	time spent grazing (in d a^{-1})
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$x_{\text{graz, 1}}$	fraction of animals grazing all day
δ	time constant ($\delta = 24 \text{ h d}^{-1}$)
τ_{milk}	effective time spent in milking parlour (in h d^{-1})
τ_{yard}	time spent in yards (in h d^{-1})
$x_{\text{graz, 2}}$	fraction of animals grazing part of the day
$\tau_{\text{graz, 2}}$	time spent grazing (h d^{-1})
$x_{\text{excr, yard}}$	fraction of excreta dropped in yards (in kg kg^{-1})
$x_{\text{excr, house}}$	fraction of excreta dropped in the house (in kg kg^{-1})

4.3.7.4.2 Frequency distribution of housing types / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen

The fraction of the respective housing type is assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Der Anteil der jeweiligen Stallformen wird in RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet und bereitgestellt.

4.3.7.4.3 Duration of grazing / Dauer des Weidegangs

The duration of grazing (number of days grazing, hours of grazing per day) are assessed and

Der Dauer des Weidegangs (Zahl der Weidetage, Dauer der täglichen Weide) wird in

Die Anteile der Tiere, die in einer der beiden Formen weiden, wird aus Agrarstatistikdaten mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 16.2).

Die Schätzung der Weidetage basieren NICHT auf Modellkreisbefragungen, sondern auf Daten des KTBL zu Vegetationsablauf und Arbeitsphasen im Pflanzenbau.

Für die während des Melkens auf planbefestigten Oberflächen abgesetzten Ausscheidungen werden die für den Liegeboxenlaufstall gegebenen Emissionsfaktoren verwendet. Die beim Melken ausgeschiedene Menge ist nicht proportional zur Zeit, die die Tiere auf diesen Flächen verbringen. Wegen der erhöhten Aktivität der Tiere wird angenommen, dass sie rund 15 % der Gesamtausscheidungen vor, beim und unmittelbar nach dem Melken absetzen. Die erhöhte Ausscheidungsrate wird durch eine effektiv verlängerte Melkdauer von $3,5 \text{ h d}^{-1}$ berücksichtigt.

Schließlich ergibt sich für die auf der Weide, im Melkstall und im Stall ausgeschiedenen N-Mengen:

provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet und bereitgestellt.

4.3.7.4.4 Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

The NH_3 emission factor for grazing is 0.075 kg kg^{-1} of the N excreted (Döhler et al., 2002, updated according to Misselbrook, 2001).

Der NH_3 -Emissionsfaktor für Weidegang beträgt $0,075 \text{ kg kg}^{-1}$ des ausgeschiedenen N (Döhler et al., 2002, aktualisiert nach Misselbrook, 2001).

$$EF_{\text{graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N} \quad (4.28)$$

N_2O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated under SNAP 10 02. For details see Chapters 3.5.2.2.3, 4.3.7.4.1 and 12.2.

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden in SNAP 10 02 berechnet. Zu Einzelheiten siehe Kapitel 3.5.2.2.3, 4.3.7.4.1 und 12.2.

Partial NH_3 emission factors were fixed for all relevant housing systems, cf. Table 4.20 They are based on data by Döhler et al. (2002). In Table 4.20 they give the amount of $\text{NH}_3\text{-N}$ emitted per mass unit of TAN.

Die für die relevanten Stallsysteme angesetzten partiellen NH_3 -Emissionsfaktoren beruhen auf Daten von Döhler et al. (2002). Table 4.20 gibt sie als die Menge $\text{NH}_3\text{-N}$ an, die pro TAN-Massenheit emittiert wird.

Table 4.20: Dairy cows, partial emission factors for $\text{NH}_3\text{-N}$ from housing (related to TAN)

			EF_{house} (in $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$)
slurry based	tied systems		0.077
	loose housing	cubicles	0.236
	loose housing	deep litter	0.118
straw based	tied systems		0.077
	loose housing	cubicles	0.236
	loose housing	deep litter	0.236
	loose housing	sloped floor	0.254

The emission factors for the dairy parlour are assumed to equal those of cubicle houses ($EF_{\text{milk}} = 0.236 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$).

Der Emissionsfaktor für den Melkstand wird dem für Boxenlaufställe gleichgesetzt ($EF_{\text{milk}} = 0,236 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$).

4.3.7.5 Emissions during storage / Emissionen aus dem Lager

4.3.7.5.1 Frequency distribution of storage types / Häufigkeitsverteilung der Lagertypen

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.

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. Die Emissionen aus dem separaten Güllekeller werden wie die Emissionen aus dem Außenlager mit fester Abdeckung behandelt.

For leachate ("Jauche") it is assumed that 100 % are stored in tanks with solid covers.

Für Jauche-Lagerung wurde angenommen, dass sich 100 % in Behältern mit fester Abdeckung befinden.

The frequency distribution of storage types is assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Die Häufigkeitsverteilung der Lagertypen wird mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (vgl. Kapitel 16.2) ermittelt.

4.3.7.5.2 Partial emission factors “storage” for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

Emission factors for NH_3 are taken from EMEP(2002)_B1090_37. They are related to TAN.

N_2O emission factors are used as in IPCC(2006)-10.62ff. As with emissions from soils it was assumed that the NO emission factor $EF_{\text{storage, NO}}$ is one tenth of that of N_2O emissions $EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}$ and that N_2 emissions are approximately 3fold (Jarvis and Pain, 1994; see also Chapter 3.5.2.2.3). These emission factors are related to the amount of nitrogen excreted.

The emission factors used in this inventory are listed in Table 4.4 and Table 4.5.

Die Emissionsfaktoren für NH_3 entsprechen den Werten in EMEP(2002)_B1090_37. Sie beziehen sich auf TAN.

Emissionsfaktoren für N_2O sind IPCC(2006)-10.62ff entnommen. Wie bei den Emissionen aus Böden wurde angenommen, dass der NO -Emissionsfaktor $EF_{\text{storage, NO}}$ gleich einem Zehntel des N_2O -Emissionsfaktors $EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}$ ist und dass etwa die dreifache Menge an N_2 freigesetzt wird (Jarvis und Pain, 1994; siehe auch Kapitel 3.5.2.2.3). Diese Emissionsfaktoren beziehen sich die ausgeschiedene N-Menge.

Die im Inventar verwendeten Daten sind in Table 4.4 und Table 4.5 zusammengestellt.

4.3.7.6 Emissions during spreading / Emissionen bei der Ausbringung

All types of spreading of slurry and manure applied at present as well as new techniques already known but not yet used are considered in the work book.

Emission factors for Germany were derived from experimental data according to Döhler et al. (2002), and relate to a annual mean air temperature of 15 °C.

Für alle Formen von Wirtschaftsdüngern wurden die üblichen sowie die derzeit bekannten möglichen neuen Verfahrensvarianten in die Rechenmappen aufgenommen.

Die Emissionsfaktoren für Deutschland wurden anhand experimenteller Daten festgelegt (Döhler et al., 2002). Sie beziehen sich auf eine jahresmittlere Lufttemperatur von 15 °C.

4.3.7.6.1 Frequency distribution of spreading techniques, incorporation techniques and incorporation times / Häufigkeitsverteilung der Ausbringungs- und Einarbeitungstechniken sowie der Einarbeitungszeit

The frequency distribution of spreading techniques and times before incorporation are assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Der Anteil der jeweils eingesetzten Ausbringungstechniken und die Zeiten bis zur Einarbeitung werden in RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet und bereitgestellt.

4.3.7.6.2 Partial emission factor “spreading” / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“

The viscosity of *liquid separate* is lower than of the respective untreated slurry. An emission reduction of 50 % was assumed for the spreading (related to untreated slurry). The same applies to *slurry after fermentation*.

The emission factors for leachate (“*Jauche*”) (broadcasting) are 20 % for arable land and 30 % for grassland.

Leachate is assumed to be broadcast in equal shares on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate

Separierte Gülle weist eine geringere Viskosität auf als die ursprüngliche Gülle. Die Emissionsminderung beträgt 50 % des Faktors für unbehandelte Gülle. Das gleiche wird für *Biogas-Gülle* angenommen.

Als Emissionsfaktoren für Jauche (Ausbringung mit Breitverteiler) werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die Jauche wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung

to TAN. They are listed in Table 4.6 through Table 4.9.

beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 4.6 bis Table 4.9 aufgeführt.

4.3.7.6.3 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assessment of N excretions can be achieved with an uncertainty < 10 % (cf. Dämmgen and Lüttich, 2005).

EMEP (2002)-B1090-19 gives an uncertainty of 30 % for NH₃ without referring to any details. A normal distribution is assumed.

For N₂O and NO emission factors, the order of magnitude is likely to be correct.

IPCC(2006)-10.67 provide an overview on N losses from manure management systems. The ranges listed there may well serve as a means to assess uncertainties for N₂O emission factors. For dairy cattle we assume an uncertainty of about 30 %.

Both NO and N₂ emission factors are derived from N₂O emission factors. The use of constant ratios results in additional uncertainties. Thus, we estimate the uncertainty of NO and N₂ emission factors to be in the order of magnitude of 50 %.

For these three species we also assume a normal distribution.

Die Bestimmung der N-Ausscheidungen geschieht nach Dämmgen und Lüttich (2005) mit einer Ungenauigkeit < 10 %.

EMEP (2002)-B1090-19 gibt ohne weitere Einzelheiten als Unsicherheit für 30 % an. Eine Normalverteilung wird angenommen.

Für N₂O und NO stimmt offenbar nur die Größenordnung der Emissionsfaktoren.

IPCC(2006)-10.67 gibt eine Übersicht über N-Verluste aus Wirtschaftsdüngerlagern. Die dort angegebenen Daten werden als Maß für die Unsicherheit auch der N₂O-Emissionsfaktoren verwendet. Demnach ist für Milchkühe mit einer Unsicherheit von 30 % zu rechnen.

Die NO- und N₂-Emissionsfaktoren leiten sich von den N₂O-Faktoren ab. Diese Ableitung beinhaltet weitere Unsicherheiten. Für diese Stoffe wird deshalb mit einer Unsicherheit von etwa 50 % gerechnet.

Die Verteilung wird in allen drei Fällen als normal angenommen.

4.3.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

4.3.8.1 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapters 4.3.7.4.4 and 4.3.7.5.2.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in den Kapiteln 4.3.7.4.4 und 4.3.7.5.2 entnommen.

4.3.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 4.21 (EMEP(2006) B1010).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.21 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

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

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀	Emission factor for PM _{2.5}
		kg pl ⁻¹ a ⁻¹	kg pl ⁻¹ a ⁻¹
dairy cattle	tied or litter	0.70	0.45
	cubicles (slurry)	0.36	0.23

Source: EMEP(2007)-B1010-5

4.3.9 Intercomparison of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich resultierender Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärender Variablen mit denen benachbarter Staaten

German implied emission factors (IEF) and important emission explaining variables are compared with those of adjoining countries and countries, whose agricultural practice can be compared to German conditions. The data used and calculated in this inventory are compared with the latest published results.

Zum Vergleich der resultierenden 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 gegenübergestellt.

4.3.9.1 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.

Table 4.22 fasst die Vergleichsdaten für die Emissionen aus der Verdauung mit den sie beeinflussenden Kenngrößen zusammen.

Table 4.22: Dairy cows, intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation, daily milk yields, animal weights, pregnancy, digestibility and methane conversion rate (submission 2008)

	$IEF_{CH_4, \text{ent, dc}}$	milk yield	animal weight	pregnancy	digestibility	methane conversion rate
	$\ln \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$	$\ln \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$	$\ln \text{ kg an}^{-1}$	$\ln \%$	$\ln \%$	$\ln \text{ MJ MJ}^{-1}$
Austria	115.04	16.17	700	90	70	0.06
Belgium	116.92	16.80	600		75	0.06
Czech Republic	114.95	20.22 ²	585	90	60	0.06
Denmark	126.22	23.29	575	90	71	0.0593
Germany	92.45	19.19	594	79.5	74	0.0533
France	104.29	51.54				
Netherlands	129.00 ¹					
Poland	94.31	11.86	500	79	63	0.06
Switzerland	109.93 ¹					0.06
United Kingdom	102.75	18.46	577		74	0.06
IPCC 2006 Tier 1 IEF (Table 10.11)	121					0.065 ± 0.01

Source: UNFCCC (2008), Table 4.A.

¹ reported for mature dairy cattle; ² calculated from reported data assuming these to be annual milk yield

The order of magnitude of the implied emission factors differs from those of neighbouring countries with a similar agricultural structure and milk yield. The reason is the use of a national methane conversion rate. With the exception of Denmark, all inventories use the IPCC(1996) default conversion rate of 0.06 MJ MJ⁻¹.

Obviously, the milk yield reported by France is not appropriate.

Die Größenordnung des Emissionsfaktors weicht von denen der Nachbarländer mit ähnlicher Landwirtschaftsstruktur und ähnlicher Milchleistung ab. Die Ursache hierfür ist die Anwendung der nationalen Methan-Umwandlungsrate. Außer Dänemark verwenden alle Inventare den IPCC(1996)-default-Wert von 0,06 MJ MJ⁻¹.

Die von Frankreich angegebene Milchleistung ist offenbar nicht zutreffend.

4.3.9.2 Methane from manure management /Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management

Emissions from German dairy cows fit well with those from Austria, Belgium and Switzerland (Table 4.23). However, the intercomparison is difficult due to lack of knowledge of marginal data and the fact that IPCC(1996) and IPCC(2000) MCF for slurry deviate considerably.

Tabelle Table 4.23 zeigt vergleichbare Emissionen für Deutschland, Österreich, Belgien und die Schweiz. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Randbedingungen nicht bekannt sind und die Methan-Konversionsfaktoren (MCF) für Güllesysteme in IPCC(1996) und IPCC(2000)

In this inventory, Germany uses IPCC(2006) MCFs, differentiating i.a. between open tanks with and without a natural crust.

In addition, German emissions from straw based systems include emissions originating from the bedding material.

erheblich voneinander abweichen. Deutschland verwendet in diesem Inventar bereits MCF-Daten aus IPCC(2006), die u. A. zwischen Lagern mit und ohne Schwimmdecke unterscheiden.

In Deutschland werden bei strohgebundenen Verfahren die aus der Einstreu resultierenden zusätzlichen Emissionen erfasst.

Table 4.23: Dairy cows, manure management, intercomparison of implied emission factors (submission 2008)

	$IEF_{CH_4, MM, dc}$ in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ CH_4$	VS excreted in $kg\ pl^{-1}\ d^{-1}\ VS$	Frequency of liquid systems in %	MCF for liquid systems in %
Austria	20.36	4.23	18.95	39.00
Belgium	22.68		30.50	20.00
Czech Republic	14.00			
Denmark	18.61	4.78	74.53	10.00
Germany	19.62	3.10	83.5	13.5
France	18.43	5.10	21.2	45 / 72
Netherlands		categories for cattle differ		
Poland	9.36	4.45	6.80	39.00
Switzerland	24.01 ¹	5.57 ¹		
United Kingdom	25.24	3.44	30.6	39.00
IPCC default (IPCC(2006)-10.77, Western Europe, cool region	21 to 29	5.1	27	

Source: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

¹ reported for mature dairy cattle

4.3.9.3 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

Table 4.24 illustrates the variation of the mean N excretions in Germany and the neighbouring states. The data provided by the Czech Republic and France are IPCC default values (IPCC(1996)-3-4.99).

NH₃ emission factors (IEF) were derived from animal numbers reported to UNFCCC and emission data reported to EMEP.

Countries with similar milk yields have similar nitrogen excretion rates.

Table 4.24 ermöglicht einen Vergleich der mittleren N-Ausscheidungen deutscher Milchkühe mit denen in den Nachbarstaaten. Tschechische Republik und Frankreich haben IPCC-default-Werte (IPCC(1996)-3-4.99) eingesetzt.

Die NH₃-Emissionsfaktoren (IEF) sind aus Tierzahlen (Meldungen an UNFCCC) und Emissionsdaten (Meldungen an EMEP) berechnet.

Länder mit ähnlichen Milchleistungen weisen ähnliche Stickstoff-Ausscheidungen auf.

Table 4.24: Dairy cows, intercomparison of N excretion rates and IEF for NH₃ (submission 2008)

	N excreted in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ N$	number of animals in 1000 pl	NH ₃ emission in $Gg\ a^{-1}\ NH_3$	$IEF_{NH_3, dc}$ in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ NH_3$
Austria	94.55	527.42	14.27	27.1
Belgium	113.05	523.62	15.39	29.4
Czech Republic	100.00	564	13.51	24.0
Denmark	133.53	550.28	14.03	25.5
Germany	123.66	4071.20	164.87	40.5
France	100.00	3933.49	110.64	28.1
Netherlands		1419.72	37.97	26.7
Poland	70.00	2.824.00	59.43	21.0
Switzerland	106.59 ¹	618.1	25.6	41.4
United Kingdom	111.97	2065.54	85.025	41.2

Source: UNFCCC (2008), Table 4.B(b); EMEP (2008)

¹ reported for mature dairy cattle

4.3.10 *Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen*

Table 4.25: Dairy cows, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.01	
		CH ₄ manure management	EM1005.01	
		NM VOC	EM1005.32	
		NH ₃	EM1009.01	
		N ₂ O	EM1009.33	EM1009.35
		NO	EM1009.129	
		PM ₁₀	EM1010.01	
		PM _{2.5}	EM1010.21	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.01	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.01	
		CH ₄ manure management	IEF1005.01	
		NM VOC	IEF1005.29	
		NH ₃	IEF1009.01	
		N ₂ O	IEF1009.28	
		NO	IEF1009.55	
		PM ₁₀	IEF1010.01	
		PM _{2.5}	IEF1010.18	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.01	AI1005CAT.23

4.4 Calves / Kälber

Calves in this inventory are all cattle whose weight falls below 100 kg an⁻¹ and younger than 3 months. In the inventory they are part of the category "other cattle", see also Chapter 4.9.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows ("other cattle") is a key source with respect to both level and trend.

According to NIR 2005, CH₄ emissions from the manure management of other cattle were a key source with respect to their level.

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated using workbook CCA.xls and according to the procedures compiled in Table 4.26.

Als Kälber gelten in diesem Inventar alle Rinder mit einem Gewicht unter 100 kg an⁻¹ und jünger als 3 Monate. Sie sind eine Untergruppe der Gruppe der „übrigen Rinder“, s. auch Kapitel 4.9.

Für die „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich Menge und Trend.

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der „übrigen Rinder“ waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus.

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in der Rechenmappe CCA.xls nach den in Table 4.26 zusammengestellten Verfahren.

Table 4.26: Calves, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	district	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

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.

The properties of calves given in the description of categories in the German census and the data used to describe the feed disagree. This inventory deals with calves smaller than 100 kg an⁻¹ and younger than 3 months; therefore the number given in the census is halved, the second half being attributed to the number of beef cattle (heifers and bulls, 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 statistischen Angaben der Anzahl der Kälber und die Beschreibung der Kälber hinsichtlich der Fütterung decken sich nicht. Da diese Rechnung nur Kälber unter 100 kg an⁻¹ und unter 3 Monaten berücksichtigt, wird die in der Statistik angegebene Kälberzahl halbiert und die andere Hälfte dem Mastvieh (Färsen und Mastbullen, s. Kapitel 4.5 und 4.6) zugeschlagen.

$$n_{ca} = \frac{1}{2} \cdot n_A \quad (4.29)$$

where

n_{ca} number of calves considered
 n_A number of calves in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

The typical uncertainty of animal numbers in the German census ranges between 4 and 5 %. For details see Dämmgen (2005).

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Der typische Fehler der durch Zählung ermittelten Tierzahlen in Deutschland liegt zwischen 4 und 5 %. Zu Einzelheiten siehe Dämmgen (2005).

4.4.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The birth weight of calves is assumed to be 36 kg an⁻¹, and the mean live weight 68 kg an⁻¹. A weight of 100 kg an⁻¹ is gained 9 weeks after birth, which corresponds to a mean weight gain of 750 g an⁻¹ d⁻¹ (as deduced from production characteristics given in KTBL, 2006b, pg. 421)

Als Anfangsgewicht werden 36 kg an⁻¹ angenommen, als mittleres Gewicht 68 kg an⁻¹. Das Gewicht von 100 kg an⁻¹ wird 9 Wochen nach der Geburt erreicht (mittlere Gewichtszunahme 750 g an⁻¹ d⁻¹) (abgeleitet aus Produktionskenndaten KTBL, 2006b, S. 421).

4.4.2 Energy requirements / Energiebedarf

The gross energy is derived according to Chapter 3.2.1. The metabolisable energy data are listed as standard data. For the metabolisability of the feed, data constant in time and space is used.

The metabolisable energy required during the first 8 to 9 weeks is 19 to 20 MJ an⁻¹ d⁻¹, (KTBL, 2006b, pg. 422). Based on a daily requirement of 20 MJ an⁻¹ d⁻¹ and a feeding period of 60 d ro⁻¹ the metabolisable energy required per round amounts to 1200 MJ pl⁻¹ ro⁻¹.

The gross energy needed to meet the metabolisable energy requirements depends on the metabolisability of the feed, see Chapter 4.4.3.

Die Gesamtenergie wird nach Kapitel 3.2.1 berechnet. Für die umsetzbaren Energie liegen tabellierte Standardwerte vor, für die Umsetzbarkeit des Futters kommt ein zeitlich und örtlich konstanter Standardwert zum Einsatz.

Der Bedarf an umsetzbarer Energie wird für die ersten 8 bis 9 Wochen liegt bei 19 bis 20 MJ an⁻¹ d⁻¹ (KTBL, 2006b, S. 422). Geht man von einem täglichen Bedarf von 20 MJ an⁻¹ d⁻¹ und einer Fütterdauer von 60 d ro⁻¹ aus, ist pro Durchgang eine umsetzbarer Energie von 1200 MJ pl⁻¹ ro⁻¹ erforderlich.

Die zur Deckung diese Energiebedarfs aufzunehmende Gesamtenergie ist von der Umsetzbarkeit des Futters abhängig, s. Kapitel 4.4.3.

4.4.3 Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung

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 0.

For feed characteristics standard values are used:

The mean metabolisability of the diet is 0.60 MJ MJ⁻¹ (default value).

The mean digestibility of the diet is 0.65 MJ MJ⁻¹ (default value).

The gross energy taken in with the feed is calculated from the metabolisable energy requirements (Chapter 4.4.2) and the mean metabolisability of the diet. This leads to a gross

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, s. Kapitel 0.

Für die Futterkennwerte werden Standardwerte angenommen:

Die mittlere Umsetzbarkeit des Futters beträgt 0,60 MJ MJ⁻¹ (default-Wert).

Die mittlere Verdaulichkeit des Futters beträgt 0,65 MJ MJ⁻¹ (default-Wert).

Die mit dem Futter aufgenommene Gesamtenergie berechnet sich gemäß Kapitel 3.2.1 aus der umsetzbaren Energie (Kapitel 4.4.2) und der mittleren Umsetzbarkeit des Futters. Es ergibt

energy per round of 2000 MJ pl⁻¹ ro⁻¹ (according to Chapter 3.2.1). Based on 5.1 rounds per year the gross energy intake per place and year amounts to 10429 MJ pl⁻¹ a⁻¹. This is equivalent to a mean daily gross energy intake of $GE_{ca} = 28.6 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

sich eine Gesamtenergieaufnahme pro Durchgang von 2000 MJ pl⁻¹ ro⁻¹ bzw. (bei einer Durchgangzahl von 5,1 an pl⁻¹ a⁻¹) eine Gesamtenergieaufnahme pro Platz und Jahr von 10429 MJ pl⁻¹ a⁻¹. Dies entspricht einer mittleren täglichen Aufnahme von $GE_{ca} = 28,6 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

4.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of methane emissions from enteric fermentation according to 3.3.2.2 requires data on daily gross energy requirements (GE_{ca}) and the methane conversion rate x_{CH4} .

Die Berechnung der Emissionen aus der Verdauung nach Kapitel 3.3.2.2 setzt die Kenntnis des täglichen Gesamtenergiebedarfs GE_{ca} und der Methan-Umwandlungsrate x_{CH4} voraus.

$$EF_{CH4, \text{ent, ca}} = GE_{ca} \cdot \frac{x_{CH4, \text{ca}} \cdot \alpha}{\eta_{CH4}} \quad (4.30)$$

where

$EF_{CH4, \text{ent, ca}}$	emission factor (enteric fermentation) for calves (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_{ca}	intake of gross energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$x_{CH4, \text{ca}}$	methane conversion rate ($x_{CH4, \text{ca}} = 0.02 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH4}	energy content of methane ($\eta_{CH4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

The methane conversion factor $x_{CH4, \text{ca}} = 0.02$ was chosen (expert judgement Flachowsky in accordance with Kirchgessner, 1997, and IPCC(2006)-11.73, Table 10A.2.

Der Methan-Umwandlungsfaktor wurde mit $x_{CH4, \text{ca}} = 0,2 \text{ MJ MJ}^{-1}$ angesetzt (Expertenurteil Flachowsky), in Übereinstimmung mit Kirchgessner (1997) und den Werten in IPCC(2006)-11.73, Tabelle 10A.2.

4.4.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure.

The assessment of the emission factor according to Chapter 3.4.3.2 makes use of the amount of VS excreted, the carbon input with straw, the maximum methane producing capacity B_o , the methane conversion factors MCF and the frequency distribution of the storage systems. These data are described in the subsequent chapters.

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden mit einem Stufe-2-Verfahren bestimmt.

Die Berechnung des Emissionsfaktors nach Kapitel 3.4.3.2 erfordert die Kenntnis der VS-Ausscheidungen, der mit Stroh eingetragenen C-Mengen, der maximalen Methan-Freisetzungs-kapazitäten B_o , der Methan-Konversionsfaktoren MCF und der Häufigkeit von Wirtschaftsdünger-Lagertypen. Hierauf gehen die nachfolgenden Kapitel ein.

4.4.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of "volatile solids" (VS) excreted are calculated reflecting standard conditions up to a final weight of 100 kg an⁻¹. (For the calculation method see Chapter 3.4.1).

Die Menge der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) wird unter der Annahme von Standardbedingungen bis zu einem Endgewicht von 100 kg an⁻¹ berechnet (Zur Berechnungsmethode s. Kapitel 3.4.1).

Standard values for digestibility (0.65 MJ MJ^{-1}) and ash content (0.08 kg kg^{-1}) are assumed (IPCC(2006)-10.73).

There is no differentiation with respect to time or space.

Für Verdaulichkeit und Aschegehalt werden mit IPCC(2006)-10.73 die Standard-Werte von $0,65 \text{ MJ MJ}^{-1}$ bzw. $0,08 \text{ kg kg}^{-1}$ angenommen.

Eine zeitliche oder räumliche Differenzierung ist nicht möglich.

4.4.5.2 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

For straw based systems, CH_4 emissions from straw are taken into account. The amount of straw used for bedding is listed in Table 4.27. The straw properties are given in Table 4.2.

Bei strohgebundenen Systemen wird die mögliche CH_4 -Freisetzung aus Stroh berücksichtigt. Die Menge der Einstreu geht aus Table 4.27 hervor. Zu den Stroheigenschaften s. Table 4.2.

Table 4.27: Calves, amounts of straw used in German calf houses

Animal house type			
loose housing	deep litter	2.5	$\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw

Source: KTBL (2006b), pg. 285 ff

4.4.5.3 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren

The maximum methane producing capacities and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.79 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.)

The relevant mean temperatures are available for each district.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (für Gülle-Systeme temperaturabhängig).

Die benötigten mittleren Temperaturen sind für jeden Kreis verfügbar.

Table 4.28: Other cattle, maximum methane producing capacity and methane conversion factors *MCF* as used in the German inventory

Maximum methane producing capacity B_0		0.18	$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$
<i>MCF liquid/slurry</i>			
with natural crust	temperature dependent, 0.10 to 0.15		$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25		$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
<i>MCF solid storage</i>		0.02	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
<i>MCF deep litter</i>	temperature dependent, 0.17 to 0.25		$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
<i>MCF pasture/range</i>		0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$

Source: IPCC(2006)-10.78, Table 10A-5; IPCC(2006)-10.44, Table 10.17

4.4.5.4 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

In Germany, calves are normally kept single in boxes or in groups with bedding.

The frequency distribution of manure storage and application systems is the same as for other cattle slurry or manure in general. For each district, these data are modelled using RAUMIS (see Chapter 16.2).

The frequency distribution of storage systems is identical to that used for Chapter 4.3.5.4).

In Deutschland werden Kälber in der Regel in Einzelboxen oder Gruppenbuchten mit Einstreu gehalten.

Die Häufigkeitsverteilungen der Lagerungsformen und der Ausbringungstechniken entspricht der für Rindergülle und Rindermist (allgemein) in jedem Landkreis. Diese Daten werden mit RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) ermittelt.

Die Verteilung der Lagerungsformen entspricht der in Kapitel 4.3.5.4 verwendeten.

4.4.5.5 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

4.4.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. Emission factors are as for dairy cows, see Chapters 3.4.4 and 4.3.6.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 3.4.4. Die Emissionsfaktoren sind die gleichen wie für Milchkühe, siehe Kapitel 3.4.4 und 4.3.6.

4.4.7 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.

4.4.7.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

The mean N excretion for calves up to 3 months is $14 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ with 4 animal rounds per year (KTBL, 2006b, pg. 428). This excretion is corrected using the number of rounds reported in the respective region.

60 % of the N excreted is TAN.

Als mittlere N-Ausscheidung werden für Kälber bis zu einem Alter von 3 Monaten $14 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ bei 4 Durchgängen pro Jahr. angenommen (KTBL 2006b, S. 428). Diese Menge wird auf die tatsächliche Zahl der Durchgänge umgerechnet.

60 % des ausgeschiedenen N sind TAN.

4.4.7.2 Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide

4.4.7.2.1 Animal grazing / Weidegang

Typically, calves do not graze.

Weidegang ist nicht vorgesehen.

4.4.7.2.2 Partial emission factors "housing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“

Originally, the standard emission factors for cattle were related to N excreted. They were converted into TAN related entities using a TAN content of 0.60 kg kg^{-1} (see Table 4.29).

Die ursprünglich auf ausgeschiedenes N bezogenen Emissionsfaktoren wurden unter Annahme eines TAN-Gehaltes von $0,60 \text{ kg kg}^{-1}$ auf TAN-bezogene Faktoren umgerechnet (Table 4.29).

Table 4.29: Calves, partial emission factors for NH_3 from housing

		EF_{house} in $\text{kg kg}^{-1} \text{ TAN}$
loose housing	deep litter	0.030

4.4.7.3 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 4.2.1.

The amounts of straw used are listed in Table 4.27. This results in

sloped floor

2.5 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw or 3.9 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise during storage.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 4.2.1.

Die Menge der Einstreu geht aus Table 4.27 hervor. Daraus ergeben sich für:

Tiefstreu

2,5 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 3,9 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers mineralisieren.

4.4.7.4 *Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung*

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 4.3.7.3).

Die Umwandlungsprozesse und -raten entsprechen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel 4.3.7.3)

4.4.7.5 *Partial emission factors "storage" for NH₃, N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH₃, N₂O, NO und N₂*

The data valid for dairy cows apply accordingly (see Chapter 4.3.7.5.2).

Die Angaben für Milchkühe (vgl. Kapitel 4.3.7.5.2) gelten sinngemäß.

4.4.7.6 *Partial emission factor "spreading" / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“*

The data valid for dairy cows apply accordingly (see Chapter 4.3.7.6.2).

Die Angaben für Milchkühe (vgl. Kapitel 4.3.7.6.2) gelten sinngemäß.

4.4.8 *Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen*

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

4.4.8.1 *Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen*

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data required for calculations in Chapter 4.4.5.4.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistssysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 4.4.5.4 entnommen

4.4.8.2 *Emission factors / Emissionsfaktoren*

The emission factors used are listed in Table 4.30.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.30 zusammengestellt.

Table 4.30: Calves, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
calves	solid	0.16	0.10

Source: EMEP(2007)-B1010-5

4.4.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.31: Calves, related tables in the Tables volume

			From	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.02	
		CH ₄ manure management	EM1005.02	
		NM VOC	EM1005.33	
		NH ₃	EM1009.02	
		N ₂ O	EM1009.36	EM1009.38
		NO	EM1009.130	
		PM ₁₀	EM1010.02	
		PM _{2.5}	EM1010.22	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.02	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.02	
		CH ₄ manure management	IEF1005.02	
		NM VOC	IEF1005.30	
		NH ₃	IEF1009.02	
		N ₂ O	IEF1009.29	
		NO	IEF1009.56	
		PM ₁₀	IEF1010.02	
		PM _{2.5}	IEF1010.19	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.24	AI1005CAT.40

4.5 Heifers / Färsen

Heifers are female cows that are heavier than 100 kg an⁻¹ and have not yet given birth to a calf. In this inventory, they form a subcategory of „other cattle“.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows („other cattle“) is a key source with respect to both level and trend.

According to NIR 2005, methane emissions from the manure management of other cattle were a key source with respect to their level.

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated using workbook CBF.xls and according to the procedures compiled in Table 4.32.

Als Färsen werden die weiblichen Kühe bezeichnet, die schwerer als 100 kg an⁻¹ sind und noch nicht gekalbt haben. Im Inventar sind sie eine Unterkategorie der „übrigen Rinder“.

Für die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich der Menge und des Trends.

Die Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Gruppe „übrige Rinder“ waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus.

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in der Rechenmappe CBF.xls nach den in Table 4.32 zusammengestellten Verfahren.

Table 4.32: Heifers, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	States	1 a
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	3	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

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 „calves“ (partly), „female young cattle younger than 1 year“, „female young cattle for slaughter from 1 to 2 years“ and „heifers for replacement and use above 2 years“.

Additionally, the female share of the calves not considered in Chapter 4.4.1.1 ($n_A/2$) 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).

Die Tierzahlen für „Jungvieh weiblich unter 1 Jahr“, „Schlachtrinder weiblich unter 2 Jahren“, „Zucht- und NutZRinder unter 2 Jahren“, „Schlachtfärsen 2 Jahre und älter“, „Zucht- und Nutzfärsen 2 Jahre und älter“ werden unverändert aus der Statistik übernommen und addiert.

Hinzu kommt von den in Kapitel 4.4.1.1 nicht berücksichtigten Kälbern ($n_A/2$) der weibliche Anteil, wobei angenommen wird, dass die Geschlechtsverteilung gleich der des Jungviehs zwischen einem halben und einem ganzen Jahr (n_B , n_C) ist.

$$n_{fb} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_C}{n_B + n_C} + n_C + n_E + n_F + n_H + n_I + n_L \quad (4.31)$$

where

n_{fb} number of female beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

The uncertainty of cattle numbers ranges between 4 and 5 %. The splitting of animal numbers does not influence uncertainties.

The distribution is assumed to be normal.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen bei Rindern liegt zwischen 4 und 5 %. Die hier vorgenommene Aufteilung hat keinen Einfluss auf den Fehler.

Verteilung: normal

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 is described in the two subsequent chapters.

Daten über Anfangs- und Endgewicht der Färsen sowie die Dauer der Haltung und demzufolge auch die tägliche Gewichtszunahme 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, existing management data describe heifers without differentiation. About one fifth of the heifers above 1 a is 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 weight at the beginning of the period is fixed to 100 kg an⁻¹, i.e. the final weight of calves. Standard data (KTBL, 2004, pp. 382) assume a final weight of about 500 kg an⁻¹, which does not contradict the final weights derived from carcass weights, see Table 4.33. (For the calculation method see Chapter 2.7.3.5, $c_{w, fb} = 0.52 \text{ kg kg}^{-1}$). The calculated live end weights are used in the following.

Die deutschen statistischen Daten unterscheiden zwischen Mastfärsen und Färsen für „Zucht und Nutzung“. Kennzahlen zu den Halungsverfahren liegen allerdings nur für Färsen insgesamt vor. Etwa ein Fünftel 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 Färsen wird auf 100 kg an⁻¹, das Endgewicht der Kälber, festgelegt. Standarddaten (KTBL, 2004, S. 382) nehmen ein Endgewicht von etwa 500 kg an⁻¹ an. Dies widerspricht den aus Schlachtkörpergewichten berechneten Endgewichten, s. Table 4.33, nicht. (Zum Rechenverfahren s. Kapitel 2.7.3.5, $c_{w, fb} = 0.52 \text{ kg kg}^{-1}$.) Im Folgenden werden die berechneten Endgewichte zugrunde gelegt.

Table 4.33: Heifers, mean weight before slaughtering as calculated from statistical data^a on carcass weights (in kg an⁻¹)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
BW	529	510	521	535	538	532	532	530	542	548	545	558	552	547	539	558	565
BY	554	478	553	568	571	565	559	552	570	577	582	594	583	579	577	583	592
BB		416	467	497	499	483	498	504	503	517	522	543	515	517	506	510	520
HE	518	520	533	535	532	527	524	516	506	526	526	532	501	486	479	504	520
MV		407	452	471	465	460	473	471	475	485	488	510	497	498	491	490	485
NI	452	464	462	463	443	434	529	533	538	542	549	562	550	544	538	548	528
NW	515	501	522	520	303	440	539	526	535	534	539	545	535	527	524	533	534
RP	483	468	494	526	528	518	509	501	501	507	507	508	508	506	500	510	515
SL	440	494	501	476	504	499	499	494	495	495	495	494	493	493	533	544	553
SN		426	462	482	488	459	451	349	476	474	471	498	482	476	465	465	490
ST		415	439	498	516	469	483	476	481	483	501	520	522	496	495	496	496
SH	521	508	525	540	541	523	528	524	537	540	550	567	551	548	540	546	554
TH		408	461	501	516	485	486	489	491	498	508	497	497	487	465	465	555
Stadtstaaten	536	537	536	525	527	517	533	535	537	539	547	559	552	548	546	554	561
Germany																	

^a Source: Statistisches Bundesamt. Fachserie 3: Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung

Data gap closure

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.

Schließen der Datenlücken

Für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern werden die Daten von 1991 gesetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

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 100 kg a^{-1} , and the age of first calving.

For this inventory, it is assumed that the heifers' phase of life begins with about 60 days (see Chapter 4.4.2).

The age of first calving is available as complete time series, as provided by the breeders' association (see s. Table 4.15).

From the final weight of a calf, the final live weight of the heifer (as calculated from carcass weights, see Table 4.33) and the times mentioned above, the mean weight gain can be assessed as

Die Lebensabschnittsdauer ergibt sich aus dem Zeitpunkt, an dem Kälber das Endgewicht 100 kg a^{-1} erreichen, und dem Erstkalbealter.

Für dieses Inventar wird angenommen, dass der Lebensabschnitt „Färse“ mit etwa 60 Tagen beginnt (siehe Kapitel 4.4.2).

Das Erstkalbealter ist als lückenlose Zeitreihe für ganz Deutschland aus Meldungen der Züchterverbände verfügbar, s. Table 4.15.

Aus dem Endgewicht der Kälberhaltung, den errechneten Lebendgewichten vor Schlachtung (s. Table 4.33) und den oben beschriebenen Zeitpunkten folgt die mittlere Gewichtszunahme:

$$\Delta w_{bf} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{w_{fin,bf} - w_{fin,ca}}{\tau_{fin,bf} - \tau_{fin,ca}} \quad (4.32)$$

where

Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in $\text{kg a}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$w_{fin,bf}$	final live weight (slaughter weight) of a heifer (in kg a^{-1})
$w_{fin,ca}$	final weight of calf lifespan (in kg a^{-1})
$\tau_{fin,bf}$	date of first calving (in a)
$\tau_{fin,ca}$	end of calf lifespan (in a)

4.5.2 Energy requirements / Energiebedarf

4.5.2.1 Parametrisation of daily energy requirements / Parametrisierung des täglichen Energiebedarfs

Table 4.34 gives data on metabolisable energy ME required for various animal weights and weight gains.

Data in Table 4.34 exhibit linear relationships between energy requirements and weight (see Figure 4.3). They are converted into a steady function describing the daily ME requirements ME_{bf} for mean weight gains Δw_{bf} between 400 and $700 \text{ g a}^{-1} \text{ d}^{-1}$:

Table 4.34 zeigt Daten zum Bedarf an metabolisierbarer Energie ME bei verschiedenen Tiergewichten und Zuwachsraten.

Die Daten in Table 4.34 zeigen lineare Zusammenhänge zwischen Energiebedarf und Gewicht (vgl. Figure 4.3). Diese werden in eine stetige Funktion umgewandelt, die den täglichen ME-Bedarf ME_{bf} für tägliche Gewichtszunahmen zwischen 400 und $700 \text{ g a}^{-1} \text{ d}^{-1}$ beschreibt.

Table 4.34: Heifers, metabolisable energy required for various animal weights and weight gains (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	111.6
1000			59	68.6	78.5	89.3	100	110	120.6

Source: GfE (2001)

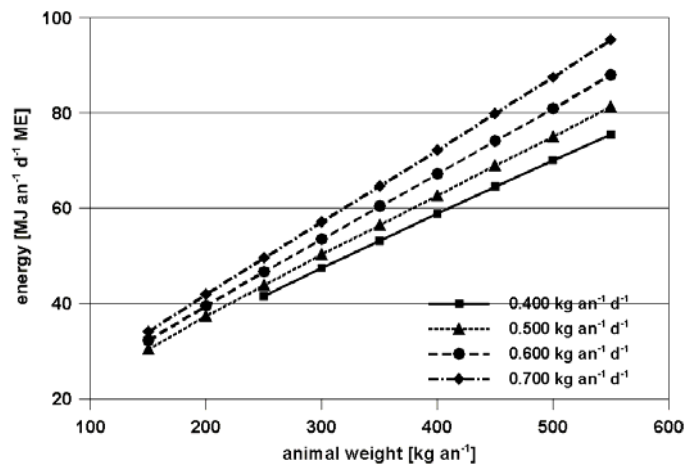


Figure 4.3: Heifers, linear relationships between energy requirements and weight (as provided by GfE, 2001)

$$ME_{bf, \tau} = (a \cdot \Delta w_{bf} + b) \cdot w_{bf, \tau} + (c \cdot \Delta w_{bf} + d) \quad (4.33)$$

where

ME_{bf}	daily intake of metabolisable energy of a heifer on day τ (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
a	constant ($a = 0.130219$ MJ an kg ⁻²)
Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)
b	constant ($b = 0.06100567$ MJ kg ⁻¹)
$w_{bf, \tau}$	animal weight at day τ (in kg an ⁻¹)
c	constant ($c = -8,4281745$ MJ kg ⁻¹)
d	constant ($d = 16.71171$ MJ an ⁻¹ d ⁻¹)

4.5.2.2 Cumulative energy requirements for growth and maintenance / Kumulativer Energiebedarf für Wachstum und Erhaltung

From the ME requirement equation in Chapter 4.5.2.1, cumulative energy requirements for growth and maintenance can be calculated. The results are of the type illustrated in Figure 4.4.

Aus der ME-Bedarfsgleichung in Kapitel 4.5.2.1 lassen sich kumulative Energiebedarfswerte für Zuwachs und Erhaltung errechnen. Dies ergibt Zusammenhänge wie den in Figure 4.4 dargestellten.

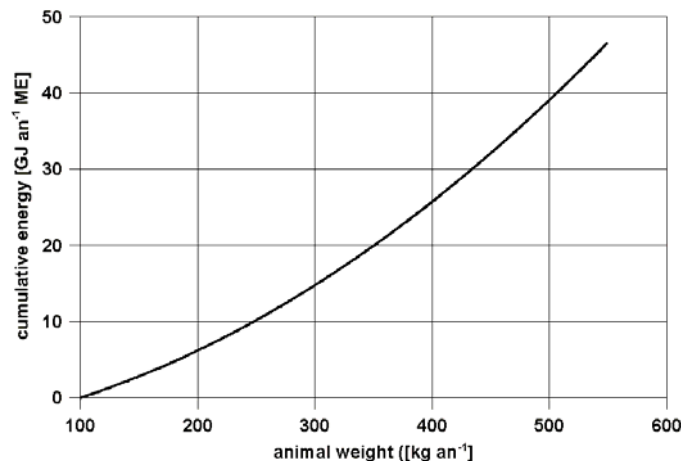


Figure 4.4: Heifers, exemplary cumulative energy requirements
(for a weight gain of $0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

Curves like this can be described as simple polynomial with a high accuracy (in each case $R^2 = 1.000$):

Kurven wie diese lassen sich mit großer Genauigkeit mit Hilfe einfacher Potenzreihen (R^2 jeweils 1,000) beschreiben:

$$(\Sigma ME_{\text{bf}, \Delta w})^* = o_{\Delta w} \cdot w_{\text{bf}}^2 + p_{\Delta w} \cdot w_{\text{bf}} + q_{\Delta w} \quad (4.34)$$

where

$(\Sigma ME_{\text{bf}, \Delta w})^*$	cumulative metabolisable energy requirement of a heifer for growth and maintenance as a function of weight gain and weight (in $\text{GJ an}^{-1} \text{ ME}$)
$o_{\Delta w}$	constant $\Delta w_{\text{bf}} = 0.450 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $o_{\Delta w} = 0.1328936 \text{ GJ an kg}^{-2}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $o_{\Delta w} = 0.1196043 \text{ GJ an kg}^{-2}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.550 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $o_{\Delta w} = 0.1087312 \text{ GJ an kg}^{-2}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.600 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $o_{\Delta w} = 0.0996702 \text{ GJ an kg}^{-2}$
Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in $\text{kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$p_{\Delta w}$	constant $\Delta w_{\text{bf}} = 0.450 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $p_{\Delta w} = 28.7688 \text{ GJ kg}^{-1}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $p_{\Delta w} = 25.8979 \text{ GJ kg}^{-1}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.550 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $p_{\Delta w} = 23.5489 \text{ GJ kg}^{-1}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.600 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $p_{\Delta w} = 21.5915 \text{ GJ kg}^{-1}$
$q_{\Delta w}$	constant $\Delta w_{\text{bf}} = 0.450 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $q_{\Delta w} = -4180.93 \text{ GJ an}^{-1}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $q_{\Delta w} = -3760.95 \text{ GJ an}^{-1}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.550 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $q_{\Delta w} = -3417.33 \text{ GJ an}^{-1}$ $\Delta w_{\text{bf}} = 0.600 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$: $q_{\Delta w} = -3130.97 \text{ GJ an}^{-1}$

Linear interpolation of the constants mentioned above (for each set of constants $R^2 = 0.993$) results in the following generally applicable equation:

Durch lineare Interpolation der Konstanten (R^2 jeweils 0,993) gelangt man zu der folgenden allgemeinen Gleichung:

$$(\Sigma ME_{\text{bf}})^* = (o_1 \cdot \Delta w_{\text{bf}} + o_2) \cdot w_{\text{bf}}^2 + (p_1 \cdot \Delta w_{\text{bf}} + p_2) \cdot w_{\text{bf}} + (q_1 \cdot \Delta w_{\text{bf}} + q_2) \quad (4.35)$$

where

$(\Sigma ME_{\text{bf}})^*$	cumulative metabolisable energy requirement of a heifer for growth and maintenance as a function of daily weight gain and weight (in $\text{GJ an}^{-1} \text{ ME}$)
o_1	constant ($o_1 = -0.22109 \text{ GJ kg}^{-3} \text{ an}^2 \text{ d}$)
Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in $\text{kg an}^{-1} \text{ d}$)
o_2	constant ($o_2 = 0.23129 \text{ GJ kg}^{-2} \text{ an}$)

w_{bf}	animal weight (in kg an^{-1})
p_1	constant ($p_1 = -47,7613 \text{ GJ kg}^{-2} \text{ an d}$)
p_2	constant ($p_2 = 50,0264 \text{ GJ kg}^{-1}$)
q_1	constant ($q_1 = 6986,99 \text{ GJ kg}^{-1} \text{ d}$)
q_2	constant ($q_2 = -7290,72 \text{ GJ an}^{-1}$)

The metabolisable energies modelled with this approach differ only very little from the original values provided in Table 4.34, which is illustrated in Figure 4.5.

Die auf diese Weise modellierten umsetzbaren Energien weichen von den tabellierten Ursprungswerten nur sehr wenig ab, wie Figure 4.5 veranschaulicht.

Figure 4.5: Heifers, daily ME, comparison of GfE data and parameterisation. GfE data by GfE (2001); calculation with the above equation (regression: slope 0.996; intercept 0.085; $R^2 = 0.999$)

4.5.2.3 Energy requirements for pregnancy / Energiebedarf für Trächtigkeit

GfE (2001), pg 23, propose the following approach to derive the additional energy requirements for pregnancy:

Nach GfE (2001), S. 23 lässt sich der zusätzliche Energiebedarf für die Trächtigkeit wie folgt berechnen:

$$ME_{ca} = t_1 \cdot ME_{ca,1} + t_2 \cdot ME_{ca,2} \quad (4.36)$$

where

ME_{ca}	metabolisable energy for development of the conception products (in GJ an^{-1})
t_1	duration of pregnancy period 1 ($t_1 = 21 \text{ d}$)
$ME_{ca,1}$	mean daily metabolisable energy requirement of a heifer during pregnancy period 1 ($ME_{ca,1} = 21 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
t_2	duration of pregnancy period 2 ($t_2 = 21 \text{ d}$)
$ME_{ca,2}$	mean daily metabolisable energy requirement of a heifer during pregnancy period 2 ($ME_{ca,2} = 30 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)

4.5.2.4 Mean daily energy requirements / Mittlerer täglicher Energiebedarf

The mean daily requirements of metabolisable energy is calculated from the cumulative energy requirements for growth and maintenance (Chap-

Der mittlere tägliche Bedarf an umsetzbarer Energie berechnet sich aus dem Gesamtbedarf für Wachstum und Erhaltung (Kapitel 4.5.2.2),

ter 4.5.2.2), the energy requirements for pregnancy (Chapter 4.5.2.3), and the duration of the heifer life (cf. Chapter 4.5.1.2.2).

dem Energiebedarf für Trächtigkeit (Kapitel 4.5.2.3) sowie der Dauer des Färsen-Lebensabschnitts (vgl. Kapitel 4.5.1.2.2).

$$ME_{bf} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\Sigma ME_{bf}}{\tau_{fin,bf} - \tau_{fin,ca}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{(\Sigma ME_{bf})^* + ME_{ca}}{\tau_{fin,bf} - \tau_{fin,ca}} \quad (4.37)$$

where

ME_{bf}	mean daily metabolisable energy requirements of a heifer as a function of daily weight gain and weight (in $GJ\ an^{-1}\ d^{-1}\ ME$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365\ d\ a^{-1}$)
ΣME_{bf}	cumulative metabolisable energy requirements of a heifer, including energy requirements for pregnancy (in $GJ\ an^{-1}\ ME$)
$(\Sigma ME_{bf})^*$	maintenance as a function of daily weight gain and weight (in $GJ\ an^{-1}\ ME$) cumulative metabolisable energy requirements of a heifer for growth and maintenance as a function of daily weight gain and weight (in $GJ\ an^{-1}\ ME$)
ME_{ca}	metabolisable energy for development of the conception products (in $GJ\ an^{-1}$)
$\tau_{fin, bf}$	date of first calving (in a)
$\tau_{fin, ca}$	end of calf lifespan (in a)

4.5.3 Feed requirements and diet composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung

According to KTBL (2004, pg. 382) the mean ME requirements are $35600\ MJ\ an^{-1}$ in 24 months, $15100\ MJ\ an^{-1}$ of which are taken in as roughage during grazing (293 days of grazing in 24 months), $12800\ MJ\ an^{-1}$ as roughage in the animal house, and $7700\ MJ\ an^{-1}$ with concentrates.

For the calculations in the inventory the amount of concentrates is kept constant on the level of half of the two-years value given above, resulting in $3850\ MJ\ an^{-1}$. The remainder of the energy required, which depends on animal performance and is therefore a variable, is provided by roughage.

For the amount of roughage taken in during grazing, an ME intake of $51.5\ MJ$ per grazing day is deduced from the information given above.

The number of grazing days per year (τ_{gr}) as well as the overall share of grass in the roughage (x_{gr}) is provided by RAUMIS (see chapter 16.2).

ME contents η_{ME} of the roughage fed (Table 4.35) do not vary considerably when the share of grass and maize silage are changing to some extent. The composition of concentrates (Table 4.35) is assumed to be the same as for bulls.

The phase between 100 and $125\ kg\ an^{-1}$ is included in the calculations.

The number of grazing days is taken into account when the average diet composition is calculated. It varies with space and time.

The individual share of the various feed constituents is calculated as follows (note that all entities are defined on an annual base):

Nach KTBL (2004, S. 382) wird von einer erforderlichen ME-Menge von $35600\ MJ\ an^{-1}$ in 24 Monaten ausgegangen. Davon entfallen $15100\ MJ\ an^{-1}$ auf Grundfutter beim Weiden (293 Weidetage in 24 Monaten), $12800\ MJ\ an^{-1}$ auf Grundfutter im Stall. $7700\ MJ\ an^{-1}$ werden durch Kraftfutter abgedeckt.

Für die Berechnungen im Inventar wird zwar die Menge an Kraftfutter konstant mit der Hälfte des oben für zwei Jahre angegebenen Wertes vorgegeben, d. h. $3850\ MJ\ an^{-1}$. Der darüber hinaus gehende Energiebedarf wird aus dem Grundfutter bestritten. Dieser Anteil ist leistungsabhängig und damit variabel.

Für die Grundfutteraufnahme auf der Weide wird aus den oben genannten Werten eine ME-Aufnahme von $51,5\ MJ$ pro Weidetag abgeleitet. Die Anzahl der Weidetage (τ_{gr}) sowie der Grasanteil am Grundfutter (x_{gr}) werden aus RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) bereitgestellt.

Der ME-Gehalt η_{ME} des Grundfutters (vgl. Table 4.35) im Stall variiert nicht merklich, wenn sich die Anteile zwischen Gras- und Maissilage verschieben. Für das Kraftfutter wurde die gleiche Zusammensetzung angenommen wie bei der Bullenmast (vgl. Table 4.35).

Der Lebensabschnitt von 100 bis $125\ kg\ an^{-1}$ ist in den Berechnungen enthalten.

Die Zahl der Weidetage variiert örtlich und zeitlich und geht in die Berechnungen der Futterzusammensetzung ein.

Das Berechnungsschema ist wie folgt gestaltet, wobei als Bezugszeitraum ein Jahr zugrunde gelegt wird:

$$\Sigma ME_{\text{conc}} = 3850 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \quad (4.38)$$

where

ΣME_{conc} annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl⁻¹ a⁻¹), see above

$$\Sigma ME_{\text{rough}} = \Sigma ME_{\text{bf}} - \Sigma ME_{\text{conc}} \quad (4.39)$$

where

ΣME_{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)
 ΣME_{conc} annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl⁻¹ a⁻¹)

$$\Sigma ME_{\text{ma-s}} = (1 - x_{\text{gr}}) \cdot \Sigma ME_{\text{rough}} \quad (4.40)$$

where

$\Sigma ME_{\text{ma-s}}$ annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl⁻¹ a⁻¹)
 x_{gr} share of grass and grass silage in feed (in MJ MJ⁻¹)
 ΣME_{rough} annual intake of metabolisable energy with roughage (in MJ pl⁻¹ a⁻¹)

$$\Sigma ME_{\text{gr-g}} = ME_{\text{gr}} \cdot \tau_{\text{gr}} \quad (4.41)$$

where

$\Sigma ME_{\text{gr-g}}$ annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ pl⁻¹ a⁻¹)
 ME_{gr} daily intake of metabolisable energy with grass during grazing ($ME_{\text{gr}} = 51.5 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$, see above)
 τ_{gr} duration of grazing (in d a⁻¹)

$$\Sigma ME_{\text{gr-s}} = \Sigma ME_{\text{rough}} - \Sigma ME_{\text{gr-g}} - \Sigma ME_{\text{ma-s}} \quad (4.42)$$

where

$\Sigma ME_{\text{gr-g}}$ annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ an⁻¹ a⁻¹)
 $\Sigma ME_{\text{gr-s}}$ annual intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ an⁻¹ a⁻¹)
 $\Sigma ME_{\text{ma-s}}$ annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ an⁻¹ a⁻¹)

The data describing feed requirements do not distinguish between heifers weighting between 100 and 125 kg an⁻¹ and above 125 kg an⁻¹.

Die für die Fütterung vorhandenen Daten unterscheiden nicht zwischen den Färsen-Lebensabschnitten von 100 bis 125 kg an⁻¹ und oberhalb von 125 kg an⁻¹.

Table 4.35: Heifers, diet characteristics (data valid also for bulls for replacement (Aufzuchtrinder) and bulls).

Dry matter content X_{DM} , metabolisable energy content of feed η_{ME} , digestibility X_{DE} , metabolisability X_{ME} and crude protein content X_{XP} of diets used for raising heifers (KTBL, 2006, pg. 402; LfL 2006c).

	X_{DM} kg kg ⁻¹	η_{ME} MJ (kg DM) ⁻¹	X_{DE} %	X_{ME} %	X_{XP} g (kg DM) ⁻¹
Grass	0.20	10.6	72	54.7	150
grass silage	0.40	10.2	65	53.0	160
maize silage	0.32	11.0	70	56.7	84
concentrates, young animals	0.88	10.8	79	71.0	200
concentrates, animals > 125 kg an ⁻¹	0.88	10.8	79	71.0	220

The daily feed intake can be derived from the metabolisable energy requirements, the contents of metabolisable energy of the various feed constituents, and the dry matter contents. The data required are given in Table 4.35.

However, to calculate the N intake by feed on base of X_{XP} , the daily feed intake is needed in units of dry matter:

$$m_{\text{feed, DM}} = \frac{ME_{\text{gr}}}{\eta_{\text{ME, gr}}} + \frac{ME_{\text{gr-s}}}{\eta_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s}}}{\eta_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc}}}{\eta_{\text{ME, conc}}} \quad (4.43)$$

where

$m_{\text{feed, DM}}$	daily feed intake (dry matter) (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{gr}	intake of metabolisable energy with grass (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, gr}}$	metabolisable energy content of grass (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{gr-s}}$	intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, gr-s}}$	metabolisable energy content of grass silage (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{ma-s}}$	intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, ma-s}}$	metabolisable energy content of maize silage (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{conc}	intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, conc}}$	metabolisable energy content of concentrates (in MJ MJ ⁻¹)

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).

Der tägliche Futterbedarf (Trockensubstanz) wird aus dem Bedarf an umsetzbarer Energie, den ME-Gehalten der verschiedenen Futteranteile sowie der Trockensubstanzgehalten abgeleitet. Zu den erforderlichen Daten s. Table 4.35.

Für die Berechnung N-Aufnahme über die Nahrung mit Hilfe von X_{XP} wird allerdings die tägliche Futtermenge in Trockenmasse-Einheiten benötigt:

$$GE_{\text{bf}} = \frac{ME_{\text{gr}}}{X_{\text{ME, gr}}} + \frac{ME_{\text{gr-s}}}{X_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s}}}{X_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc}}}{X_{\text{ME, conc}}} \quad (4.44)$$

where

GE_{bf}	daily gross energy intake for heifers (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{gr}	intake of metabolisable energy with grass (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, gr}}$	mean metabolisability of grass (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{gr-s}}$	intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, gr-s}}$	mean metabolisability of grass silage (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{ma-s}}$	intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, ma-s}}$	mean metabolisability of maize silage (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{conc}	intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, conc}}$	mean metabolisability of concentrates (in MJ MJ ⁻¹)

As an additional result, a mean digestibility of the diet is obtained (0.719 MJ MJ⁻¹).

Als weiteres Ergebnis erhält man eine mittlere Verdaulichkeit des Futters von 0,719 MJ MJ⁻¹.

4.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of emissions according to a Tier 2 methodology, 3.3.2.2.

The emission factor is given by:

Die Berechnung der Emissionen erfolgt einem Stufe-2-Verfahren, s. Kapitel 3.3.2.2.

Der Emissionsfaktor ist gegeben durch:

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent, bf}} = GE_{\text{bf}} \cdot \frac{X_{\text{CH}_4, \text{bf}} \cdot \alpha}{\eta_{\text{CH}_4}} \quad (4.45)$$

where

GE_{bf}	daily gross energy intake for heifers (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
$x_{CH_4, bf}$	methane conversion rate ($x_{CH_4, bf} = 0.065$ MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg ⁻¹ CH ₄)

The methane conversion factor was used as provided by IPCC(2006)-10.30, Table 10.12.

Der Methan-Umwandlungsfaktor wurde IPCC(2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

4.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure (see Chapter 3.4.3.2)

The assessment of the emission factor according to eq. (4.22) makes use of the amount of VS excreted, the carbon input with straw, the maximum methane producing capacity B_0 , the methane conversion factors MCF and the frequency distribution of the storage systems.

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren (s. Kapitel 3.4.3.2) angewandt.

Die Berechnung des Emissionsfaktors setzt die Kenntnis der VS-Ausscheidungen, der mit Stroh eingetragenen C-Mengen, der maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten B_0 , der Methan-Konversionsfaktoren MCF und der Häufigkeit von Wirtschaftsdünger-Lagertypen voraus.

4.5.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of VS excreted are calculated according to Chapter 3.4.1, taking the gross energy, the digestibility and the ash content into account.

The mean digestibility is derived from the totals of the digestible and gross energies as a function of the diet composition.

The calculation of VS excretions makes use of the standard value of ash content (0.08 kg kg⁻¹) as given by (IPCC(2006)-10.73). The overall digestibility of the feed is calculated on base of the data given in Table 4.35.

Die Mengen der VS-Ausscheidungen werden nach Kapitel 3.4.1 aus der Gesamtenergie, der Verdaulichkeit und dem Aschegehalt berechnet.

Die mittlere Verdaulichkeit wird in Abhängigkeit von der Futterzusammensetzung aus den Summen der verdaulichen und der Gesamtenergie bestimmt.

Bei der Berechnung der VS-Ausscheidungen wird der Aschegehalt mit von 0,08 kg kg⁻¹ angenommen (Standard-Wert, IPCC(2006)-10.73). Die effektive Verdaulichkeit des Futters ergibt sich mit Hilfe der Daten aus Tabelle Table 4.35.

4.5.5.2 Duration of grazing / Dauer des Weidegangs

The duration of grazing (number of days grazing, hours of grazing per day) are assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Der Dauer des Weidegangs (Zahl der Weidetage, Dauer der täglichen Weide) wird in RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet und bereitgestellt.

4.5.5.3 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

For straw based systems, CH₄ emissions from straw are taken into account. Relevant amounts of straw are listed in Table 4.36. The straw properties are given in Chapter 4.2.1.

Bei strohgebundenen Systemen wird die CH₄-Freisetzung aus Stroh berücksichtigt. Die Einstreumengen gehen aus Table 4.36 hervor. Zu Stroh-Eigenschaften s. Kapitel 4.2.1.

Table 4.36: Heifers, amounts of straw used in German heifer houses

Animal house type			
tied systems	all systems	2.9	kg pl ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	deep litter	5.0	kg pl ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	sloped floor	2.6	kg pl ⁻¹ d ⁻¹ straw

Source: KTBL (2006 a), KTBL (2006 b), pg. 442

4.5.5.4 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet.

4.5.5.5 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren

The maximum methane producing capacities ($B_0 = 0.18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.78 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.).

The values to be used for other cattle are listed in Table 4.28.

The relevant frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.5.4).

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (für Gülle-Systeme temperaturabhängig).

Die für „übrige Rinder“ zu verwendenden Größen sind in Table 4.28 zusammengestellt.

Die berücksichtigte Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.5.4).

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

4.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The emissions are based on ammonia emissions see Chapter 3.4.4. Emission factors are given in Chapter 4.2.2.

Die Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, siehe Kapitel 3.4.4. Zu den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 4.2.2.

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 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

N excretion data are obtained from the N mass balance using the amounts of N taken in

Die N-Ausscheidungen werden aus der Massenbilanz aus aufgenommenem und retiniertem

and N retained. The N intake calculation makes use of feed intake and N contents in feed as described in Chapter 4.5.3.

The amount of N retained is calculated assuming a XP content of the animal body of 0.0272 kg kg⁻¹ N (LfL, 2006, Table 8).

The amount of TAN excreted is quantified under the assumption that the digestibility for energy is in principle that of N also. This, TAN contents become variable entities.

N berechnet. Die N-Aufnahme berechnet sich über die Futteraufnahme und die im Futter enthaltene N-Menge, s. Kapitel 4.5.3.

Der retinierten N-Menge liegt ein XP-Gehalt des Tierkörpers von 0,0272 kg kg⁻¹ N zugrunde (LfL, 2006, Tabelle 8).

Die Menge an ausgeschiedenem TAN wird unter der Voraussetzung bestimmt, dass die Verdaulichkeit für Energie im wesentlichen der von N entspricht. Die TAN-Gehalte werden damit zu variablen Größen.

4.5.7.2 Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

The procedure is analogous to that described for dairy cows.

The NH₃ emission factor for grazing is according to Döhler et al. (2002), updated according to Misselbrook (2001):

Die Vorgehensweise entspricht der für Milchkühe.

Der NH₃-Emissionsfaktor für Weidegang ist nach Döhler et al. (2002), aktualisiert nach Misselbrook (2001):

$$EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N} \quad (4.46)$$

where

$EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}}$ emission factor of NH₃-N, related to N excreted (in kg kg⁻¹ N)

N₂O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated under SNAP 10 02. For details see Chapter 12.2.

Partial emission factors were fixed for all relevant housing systems relating emissions to the TAN excreted. Data are based on Döhler et al. (2002). The emission factors mentioned there are related to N. They are converted to the values given in Table 4.37 by the assumption of a TAN content of 0.56 kg kg⁻¹.

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N₂O und NO werden in SNAP 10 02 berechnet. Zu Einzelheiten siehe Kapitel 12.2.

Für die relevanten Stallsysteme wurden partielle Emissionsfaktoren angesetzt, die sich auf TAN beziehen. Sie beruhen auf Daten von Döhler et al. (2002), deren N-Bezug unter der Annahme eines TAN-Gehaltes der Ausscheidungen von 0,56 kg kg⁻¹ in die auf TAN bezogenen Angaben in Table 4.37 umgerechnet wurde.

Table 4.37: Heifers, partial emission factors for NH₃ from housing (related to TAN)

			EF_{house} in kg kg ⁻¹ NH ₃ -N
slurry based	tied systems		0.071
	loose housing	Cubicles	0.210
	loose housing	deep litter	0.105
straw based	tied systems		0.069
	loose housing	Cubicles	0.210
	loose housing	deep litter	0.210
	loose housing	sloped floor	0.226

4.5.7.3 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. Straw properties are given in Chapter 4.2.1.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Stroh-Eigenschaften s. Kapitel 4.2.1.

The amounts of bedding material are given in Table 4.36. N inputs are:

tied systems

2.9 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw or 4.6 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

deep litter

5.6 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw or 8.8 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

sloped floor

2.6 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw or 4.1 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

Zur Menge der Einstreu vgl. Table 4.36. Für die N-Einträge ergibt sich:

Anbindehaltung

2,9 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 4,6 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Tiefstreu

5,6 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 8,8 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Tretmist

2,6 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 4,1 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren.

4.5.7.4 Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 4.3.7.3).

Die Umwandlungsprozesse und -raten entsprechen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel 4.3.7.3).

4.5.7.5 Partial emission factors "storage" for NH₃, N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH₃, N₂O, NO und N₂

The values for dairy cows apply accordingly (see Chapter 4.3.7.5.2).

Die Angaben für Milchkühe gelten sinngemäß (vgl. Kapitel 4.3.7.5.2).

4.5.7.6 Partial emission factor "spreading" / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“

The viscosity of *liquid separate* is lower than of the respective untreated slurry. An emission reduction of 50 % was assumed for the spreading (related to untreated slurry). The same applies to *slurry after fermentation*.

The emission factors for leachate ("Jauche") (broadcasting) are 20 % for arable land and 30 % for grassland.

Leachate is assumed to be broadcast in equal shares on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate to TAN. They are listed in Table 4.6 through Table 4.9.

Separierte Gülle weist eine geringere Viskosität auf als die ursprüngliche Gülle. Die Emissionsminderung beträgt 50 % des Faktors für unbehandelte Gülle. Das gleiche wird für *Biogas-Gülle* angenommen.

Als Emissionsfaktoren für Jauche (Ausbringung mit Breitverteiler) werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die Jauche wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 4.6 bis Table 4.9 aufgeführt.

4.5.7.7 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃ is also valid for heifers.

As for dairy cattle, N₂O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Auch für Färsen gilt nach EMEP (2002)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH₃ die Größenordnung von 30 % hat.

Für N₂O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.5.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

4.5.8.1 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 4.5.5.4.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme werden den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 4.5.5.4 entnommen.

4.5.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 4.38 (EMEP(2006) B1010).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.38 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 4.38: Heifers, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Heifers	solid	0.32	0.21
	slurry	0.24	0.16

Source: EMEP(2007)-B1010-5

4.5.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.39: Heifers, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.03
		CH ₄ manure management	EM1005.03
		NMVOC	EM1005.34
		NH ₃	EM1009.03
		N ₂ O	EM1009.39
		NO	EM1009.131
		PM ₁₀	EM1010.03
		PM _{2.5}	EM1010.23
Activity data	Aktivitäten	AC1005.03	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.03
		CH ₄ manure management	IEF1005.03
		NMVOC	IEF1005.31
		NH ₃	IEF1009.03
		N ₂ O	IEF1009.30
		NO	IEF1009.57
		PM ₁₀	IEF1010.03
		PM _{2.5}	IEF1010.20
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005CAT.41	AI1005CAT.57

4.6 Bulls (male beef cattle) / Mastbullen

Male cattle above 100 kg are considered to be beef cattle.

In the inventory the subcategory “bulls” (male beef cattle) comprises the census categories “calves” (partly), “male young cattle ½ to 1 year” and “male young cattle 1 to 2 years”, see Chapter 4.8.1.1. (Mature males are counted separately, see Chapter 4.8.)

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows (“other cattle”) is a key source with respect to both level and trend.

According to NIR 2005, methane emissions from the manure management of other cattle were a key source with respect to their level.

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 4.40.

Als Mastbullen werden männliche Tiere ab 100 kg bezeichnet.

Im Inventar werden unter Mastbullen die Kategorien „Kälber“ (teilweise), „Jungvieh männlich ½ bis unter 1 Jahr“ und „Jungvieh männlich 1 bis 2 Jahre“ zusammengefasst, s. Kapitel 4.8.1.1. (Zuchtbullen werden gesondert gezählt, s. Kapitel 4.8.)

Für die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung hinsichtlich Menge und Trend eine Hauptquellgruppe.

Die Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Gruppe „übrige Rinder“ waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus.

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Emissionen werden nach den in Table 4.40 zusammengestellten Verfahren berechnet.

Table 4.40: Bulls (male beef cattle), calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	states	1 a
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	3	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

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 ½ to 1 year” and “male young cattle 1 to 2 years” are directly taken from the census.

Additionally, the male share of the calves not considered in Chapter 4.4.1.1 ($n_A/2$) 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 ½ bis unter 1 Jahr Monate“ und „Rinder männlich 1 bis 2 Jahre“ entstammen unverändert der Statistik.

Hinzu kommt von den in Kapitel 4.4.1.1 nicht berücksichtigten Kälbern ($n_A/2$) 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.

$$n_{bm} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_B}{n_B + n_C} + n_B + n_D \quad (4.47)$$

where

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)

Uncertainty of activity data

The splitting of the calf population does not influence the overall uncertainty, which is between 4 and 5 % (see Dämmgen, 2005). A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Aufteilung der Population der Kälber hat keinen Einfluss auf die Unsicherheit. Sie liegt zwischen 4 und 5 % (siehe Dämmgen, 2005). Eine Normalverteilung wird angenommen.

4.6.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The calculation procedure requires 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.

German statistics outside the official census provide little information about animal weights. Therefore, assumptions had to be made for the weight at the beginning of the fattening period. With regard to feeding data available, the fattening period is subdivided into a phase between 100 and 125 kg an^{-1} and another one above 125 kg an^{-1} .

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 using a factor $c_{w, mb} = \text{const} = 0.56 \text{ kg kg}^{-1}$ (for the method see Chapter 2.7.3.5) This seems to be an adequate approximation. The data obtained are listed in Table 4.41.

Das Verfahren setzt die Kenntnis von Tiergewichten und Gewichtszunahmen sowie der Futterzusammensetzung voraus. Die deutschen Statistiken liefern in keinem Fall vollständige und örtlich aufgelöste Zeitreihen.

Die deutschen Statistiken unterhalb der amtlichen Statistik erfassen Tiergewichte nur in geringem Ausmaß, so dass Annahmen für die Gewichte bei Beginn des Mastprozesses erforderlich waren. Im Hinblick auf die für die Fütterung vorhandenen Daten werden die Lebensabschnitte von 100 bis 125 kg an^{-1} und oberhalb von 125 kg an^{-1} unterschieden.

Die *Schlachtstatistiken* erfassen die in einem Bundesland in Schlachthöfen geschlachteten Tiere und deren Schlachtkörpergewichte. Hieraus wurden die für das Bundesland typischen Lebendgewichte bei Schlachtung unter Verwendung des festen Faktors $c_{w, mb} = 0,56 \text{ kg kg}^{-1}$ berechnet (s. dazu Kapitel 2.7.3.5). Dies dürfte in erster Näherung angemessen sein. Die Daten sind in Table 4.41 zusammengestellt.

Table 4.41: Bulls (male beef cattle), mean weight before slaughtering $w_{\text{live, bm}}$ (in kg an^{-1}) (calculated from statistical data on carcass weights provided by Statistisches Bundesamt, Fachserie 3: Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW	628	609	616	633	637	634	630	623	636	648	650	651	641	650	643	661	671	
BY	658	639	649	656	661	653	652	648	660	669	675	681	673	679	674	688	692	
BB		529	578	594	610	599	597	601	611	616	613	627	616	638	634	661	667	
HE	631	608	617	634	641	634	625	623	627	645	641	636	620	633	632	616	623	
MV		488	558	573	579	583	573	556	562	571	570	586	552	567	564	580	597	
NI	616	630	620	626	623	634	645	638	625	639	648	659	662	639	627	644	643	
NW	632	607	625	634	639	634	633	624	633	642	646	660	651	657	650	663	672	
RP	609	594	597	620	631	624	612	596	598	611	613	593	591	606	617	629	645	
SL	636	635	617	590	645	645	654	646	648	648	648	648	648	648	636	643	657	
SN		522	569	599	615	600	597	591	604	613	609	618	629	619	619	621	639	
ST		557	558	592	599	596	589	593	598	606	610	611	608	589	589	589	590	
SH	614	595	605	619	620	616	606	586	595	604	608	613	612	626	614	634	645	
TH		535	573	619	629	614	616	606	612	597	603	615	613	617	615	622	639	
Stadtstaaten	576	559	565	573	586	581	587	589	589	611	620	626	614	624	616	627	640	
Germany																		

The HIT system (*Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere*, StMLF, undated)

Das *Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HIT)* (StMLF, o.J.), das ge-

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.

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. The race is not referred to (ADR, 1993 ff).

These three data sets (calculation, HIT, ADR) are incompatible.

Consequently, a method to achieve a data gap closure had to be developed:

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.

Weight gains

An almost complete time series of mean weight gains can be obtained from ADR reports (Table 4.42). The weight gains reported there originate from random samples including all races.

mäß den Vorgaben der Europäischen Gemeinschaft (1997) eingerichtet wurde, liefert Schlachtdaten und Schlachalter für männliche Rinder aufgeschlüsselt nach Landkreisen und Jahren für den Zeitraum ab 1999 einschließlich. Diese Erfassung ist vollständig.

Die *Arbeitsgemeinschaft der Rinderzüchter Deutschlands (ADR)* beschreibt in ihren jährlichen Berichten zur Rinderproduktion in Deutschland Ergebnisse der Fleischleistungsprüfung mit Angaben zu Lebendgewicht bei Schlachtung, Schlachalter und täglichen Zunahmen für eine Stichprobe von 6000 bis 7000 Tieren unter Angaben der Rasse (ADR 1993 ff).

Die drei Datensätze (Berechnung, HIT, ADR) sind nicht ineinander überführbar.

Folglich musste eine gesonderte 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.

Gewichtszunahmen

Eine fast vollständige Zeitreihe mittlerer Gewichtszunahmen ist in den ADR-Berichten zu finden (Table 4.42). Die dort beschriebenen Gewichtszunahmen sind an Stichproben über alle Rassen gewonnen.

Table 4.42: Bulls (male beef cattle), mean weight gains $\Delta w_{bm, ADR}$ (in $g\ an^{-1}\ d^{-1}$) (calculated from ADR data, ADR, 1993 ff)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Germany			1212	1219	1176	1223	1221	1247	1193	1196	1195	1229	1191	1279	1223	1217	1197	

Table 4.43: Bulls (male beef cattle), mean weight gains as reported in HIT $\Delta w_{bm, HIT}$ (in $g\ an^{-1}\ d^{-1}$)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW										1057	1058	1029	1014	1019	1029	1066	1076	
BY										1222	1230	1221	1202	1199	1200	1234	1236	
BB										1032	979	990	970	972	985	1005	1030	
HE										1024	1024	1002	974	970	981	1018	1035	
MV										1039	1027	1041	985	982	1014	1048	1064	
NI										1086	1097	1090	1070	1071	1071	1101	1096	
NW										1159	1169	1159	1131	1126	1140	1181	1184	
RP										1031	1041	967	956	987	1022	1066	1093	
SL										944	956	925	917	949	961	990	1020	
SN										1063	1042	1029	1004	1006	1017	1032	1056	
ST										1052	1065	1050	998	963	990	999	1046	
SH										970	1147	994	981	985	985	1013	1017	
TH										1073	1070	1059	1045	1041	1045	1069	1076	
Stadtstaaten																		
Germany										1118	1148	1122	1100	1105	1107	1143	1137	

Source: HIT, communicated data set

HIT data provide an incomplete time series of weight gains for single districts. The data aggregated for Federal States are shown in Table 4.43.

On average, ADR data exceed the means deduced from HIT data by about $100 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (cf. Figure 4.6).

Unvollständige Zeitreihen für Kreise lassen sich aus HIT-Daten errechnen. Die auf Länder aggregierten Daten sind in Table 4.43 zusammengestellt.

Die ADR-Daten sind im Mittel um $100 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ höher als die aus den HIT-Daten abgeleiteten Mittelwerte (vgl. Figure 4.6).

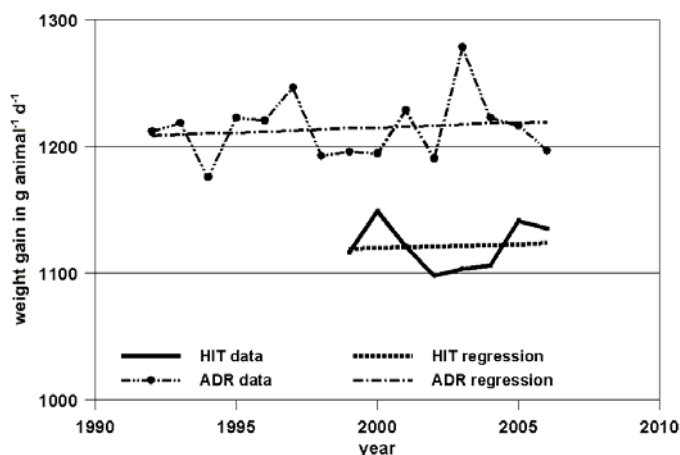


Figure 4.6: Bulls (male beef cattle), comparison of weight gain data (ADR and HIT data sets)

The mean weight gains that are calculated from the official slaughter statistics and the age of slaughtering as reported by HIT, differ only little from the weight gains reported by HIT itself (between -20 and $+30 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, with a mean of $+6 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

For the construction of a consistent and complete time series it is assumed that the mean difference is constant with time.

Die mittleren Gewichtszunahmen, die sich aus den Schlachtstatistiken unter Zugrundelegung der HIT-Schlachtzeitpunkte ableiten lassen, weichen von den HIT-Gewichtszunahmen nur unwesentlich ab (zwischen -20 und $+30 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, im Mittel $+6 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

Für die Erstellung einer vollständigen Zeitreihe wird angenommen, dass diese Differenz konstant bleibt.

Table 4.44: Bulls (male beef cattle), mean weight gain before slaughtering as a fraction of national mean weight gains

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	mean
Baden-Württemberg	0.94	0.93	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.94
Bayern	1.09	1.08	1.10	1.10	1.10	1.09	1.09	1.09	1.09
Brandenburg	0.92	0.86	0.89	0.89	0.89	0.90	0.89	0.91	0.89
Hessen	0.92	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.90	0.91	0.90
Mecklenburg-Vorpommern	0.93	0.90	0.93	0.90	0.90	0.92	0.93	0.94	0.92
Niedersachsen	0.97	0.96	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97
Nordrhein-Westfalen	1.04	1.03	1.04	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04
Rheinland-Pfalz	0.92	0.91	0.87	0.87	0.90	0.93	0.94	0.96	0.91
Saarland	0.84	0.84	0.83	0.84	0.87	0.88	0.87	0.90	0.86
Sachsen	0.95	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.91	0.93	0.92
Sachsen-Anhalt	0.94	0.93	0.94	0.91	0.88	0.90	0.88	0.92	0.92
Schleswig-Holstein	0.87	1.01	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91
Thüringen	0.96	0.94	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95

The mean weight gains assessed for the single Federal States which can be obtained from

Die mittleren Gewichtszunahmen in den einzelnen Bundesländern, wie sie sich aus den HIT-

HIT data, differ from the German mean. The ratios between them and the German mean appear to be constant (Table 4.44). We thus extrapolate the ratio to describe the situation before 1999.

Thus, a complete data set for weight gains of beef bulls with a resolution in space of Federal States can be obtained as follows:

- Aggregated HIT data are used for the years from 1999 to 2006 without modification.
- For the years before that are covered by the ADR data set the following procedure is applied:

$$\Delta w_{bm,i,j} = (\Delta w_{bm,ADR,i} - a) \cdot f_j \quad (4.48)$$

where

$\Delta w_{mb,i,j}$	weight gain of bulls in year i and federal state j (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
$\Delta w_{mb,ADR,i}$	weight gain of bulls in year i as reported by ADR (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
a	correction term ($a = 100 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
f_j	correction factor for federal state j (see context to Table 4.44)

Further data gap closure

As with heifers, the respective 1991 data were used to fill the data gaps for 1990 and the New Länder. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin those from Brandenburg.

Schließen weiterer Datenlücken

Wie bei den Färsen werden für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern die Daten für 1991 gesetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

4.6.2 Energy requirements / Energiebedarf

4.6.2.1 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

Between 100 and 125 kg an^{-1} the mean weight gain is assumed to be $1000 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$. This results in ME requirements of $35 \text{ MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$, of which $17 \text{ MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ are given with concentrates (KTBL, 2004, pg. 371).

Energy requirements above 125 kg an^{-1} until slaughtering are calculated as a function of weight and weight gain. Based on the race-specific data for daily ME requirements as given in Table 4.45 and Table 4.46 a regression model has been derived (see subsequent equations) which proves to be race-independent. This will be shown (see Figure 4.8) by comparing the results of the regression model to the race-independent data of cumulative ME requirements presented in Table 4.47.

Im Lebensabschnitt von 100 bis 125 kg an^{-1} werden über 25 d bei einer Gewichtszunahme von $1000 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ $35 \text{ MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ ME gefüttert, davon $17 \text{ MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ ME als Kraftfutter (KTBL, 2004, S. 371).

Der Energiebedarf für den Abschnitt von 125 kg an^{-1} bis zum Schlachten wird in Abhängigkeit von Gewicht und Gewichtszunahme berechnet. Aufbauend auf den rassespezifischen Daten zum täglichen ME-Bedarf in Table 4.45 und Table 4.46 wird hierzu nachstehend ein Regressionsmodell entwickelt, das sich als rasseunabhängig erweist. Die von der Rasse unabhängigen Daten für den kumulativen ME-Bedarf in Table 4.47 dienen der Überprüfung des Regressionsmodells (vgl. Figure 4.8).

Table 4.45: Frisian bulls (Schwarzbunte): daily ME requirements as function of animal weight and weight gain (in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1} \text{ ME}$)

weight gain Δw in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$	weight w (in kg an^{-1})							
	175	225	275	325	375	425	475	525
600	35.2	41.4	46.6	53.7	59.8	65.9	72.0	78.2
800	39.4	46.0	52.7	59.6	66.6	73.7	81.1	88.9
1000	44.4	51.2	58.6	66.4	74.5	83.1	92.4	102.5
1200		57.1	65.2	74.2	83.8	94.4	106.1	120.0
1400			72.8	83.1	94.7			

Source: GfE (1995)

Table 4.46: Fleckvieh bulls, daily ME requirements as function of animal weight and weight gain (in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1} \text{ ME}$)

weight gain Δw in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$	weight w (in kg an^{-1})							
	150	200	250	300	350	400	450	550
400			41.6	47.5	53.2	58.9	64.6	75.5
500	30.5	37.4	43.9	50.4	56.6	62.8	69.0	81.4
600	32.3	39.6	46.7	53.6	60.5	67.3	74.2	88.0
700	34.1	42.0	49.6	57.2	64.7	72.2	79.9	95.4
800	36.0	44.3	52.6	60.9	69.1	77.5	86.0	103.2
900		46.6	55.8	64.6	73.7	83.2	92.7	111.6
1000			59.0	68.6	78.5	89.3	100.0	120.6

Source: GfE (1995)

Table 4.47: Bulls (male beef cattle), cumulative metabolisable energy ΣME required for various animal weights and weight gains (in GJ an^{-1})

mean weight gain Δw in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$	final weight w_{fin} (in kg an^{-1})					
	450	500	550	600	650	700
800	21.51	26.88	32.77	38.81	45.02	51.23
900	20.04	25.08	30.64	36.30	42.11	47.92
1000	18.89	23.67	28.97	34.26	39.52	44.87
1100	17.83	22.39	27.46	32.37	37.68	42.81
1200	16.77	21.12	25.96	30.71	35.92	40.92
1300	15.70	19.82	24.47	29.08	34.16	39.03
1400	14.64	18.53	22.97	27.46	32.40	37.13
1500	13.58	17.23	21.48	25.83	30.64	35.24
1600	12.52	15.94	19.99	24.20	28.88	33.35

Source: KTBL (2006b), pg. 460

These data describe an area in the $ME-w$ - Δw -diagram as shown in Figure 4.7.

Table 4.47 was converted into a steady function relating cumulative energy ΣME required as a function of final live weight w_{fin} and mean weight gain Δw :

Diese Daten beschreiben eine Fläche im $ME-w$ - Δw -Diagramm in Figure 4.7.

Die Daten in Table 4.47 wurden in eine stetige Funktion entwickelt, die den kumulativen Energiebedarf ΣME als Funktion des Endgewichts w_{fin} und der mittleren Gewichtszunahme Δw beschreibt:

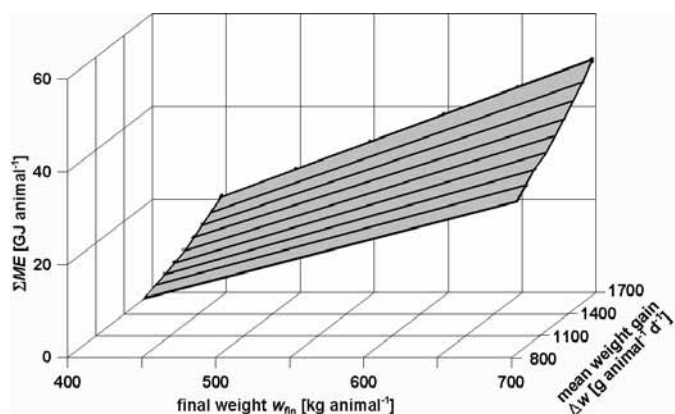


Figure 4.7: Bulls (male beef cattle), cumulative ME according to Table 4.47.
Start weight 125 kg an⁻¹, final weight w_{fin} , and weight gains Δw between 800 and 1600 g an⁻¹ d⁻¹.

$$\Sigma ME = -(a \cdot w_{fin} - b) \cdot \ln \left(\frac{\Delta w}{\Delta w_{ref, g}} \right) + c \cdot w_{fin} - d \quad (4.49)$$

where

ΣME	cumulative metabolisable energy (in MJ an ⁻¹)
a	constant ($a = 48.936 \text{ MJ kg}^{-1}$)
w_{fin}	final live weight (in kg an ⁻¹)
b	constant ($b = 9020 \text{ MJ an}^{-1}$)
Δw	mean live weight gain per day (in g an ⁻¹ d ⁻¹)
$\Delta w_{ref, g}$	reference value of weight gain ($\Delta w_{ref, g} = 1 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
c	constant ($c = 444.6 \text{ MJ kg}^{-1}$)
d	constant ($d = 91765 \text{ MJ an}^{-1}$)

As shown in Figure 4.8 this equation describes the data from Table 4.47 adequately.

Figure 4.8 veranschaulicht, dass die vorstehende Gleichung die Daten in Table 4.47 gut beschreibt.

Figure 4.8: Bulls (male beef cattle), cumulative ME by KTBL and by calculation
(KTBL: as given in Table 4.46; calculated: with the above equation; regression: slope 0.999; intercept 0.004; $R^2 = 0.999$)

4.6.3 Feed requirements / Futterbedarf

During fattening phase 1 with a mean weight gain of $1000 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ up to an animal weight of 125 kg an^{-1} the bulls receive a constant supply of concentrates and maize silage in order to cover the energy and protein requirements.

In the subsequent fattening phase 2 the animals are provided with variable amounts of concentrates and maize silage ad libitum, as described in Chapter 4.6.2. Relevant feed properties are listed in Table 4.35.

In agreement with GfE (1995) Flachowsky (expert judgement) proposed to calculate the amount of concentrates fed as a function of body weight:

$$m_{\text{conc, mb}} = a + b \cdot \beta \cdot \Delta w_{\text{mb}} \quad (4.50)$$

where

$m_{\text{conc, mb}}$	amount of concentrates fed (in $\text{kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ DM)
a	constant ($a = 1 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ DM)
β	mass units conversion factor ($\beta = 0.001 \text{ kg g}^{-1}$)
b	constant ($b = 1 \text{ kg kg}^{-1}$)
Δw_{mb}	weight gain (in $\text{g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

The concentrates contain cereal groats (50 %), rape groats (25 %) and soy bean groats (25 %). The characteristics of the concentrates are given in Table 4.35.

The share of grass and grass silage on roughage may be taken into account.

Typically, there is no grazing.

The daily feed intake can be derived from the metabolisable energy requirements, the contents of metabolisable energy of the various feed constituents, and the dry matter contents. The data required are given in Table 4.35.

However, to calculate the N intake by feed on base of X_{XP} , the daily feed intake is needed in units of dry matter:

In Mastphase 1 mit $1000 \text{ g an}^{-1} \text{ a}^{-1}$ Gewichtszunahme bis zu einem Gewicht von 125 kg an^{-1} wird mit konstanten Kraftfuttergaben und Maissilage so gefüttert, dass Energie- und Proteinbedarf gedeckt wird.

In Phase 2 werden die Tiere entsprechend den in Kapitel 4.6.2 beschriebenen Futtermengen versorgt (variable Kraftfuttergabe, Maissilage ad libitum). Wichtige Futtereigenschaften gehen aus Table 4.35 hervor.

Die Kraftfuttermenge wird nach Flachowsky (Expertenurteil, in Anlehnung an GfE, 1995) als Funktion der Gewichtszunahme berechnet:

Das Kraftfutter besteht zur Hälfte aus Getreideschrot und zu je einem Viertel aus Rapsschrot und Sojaschrot. Die mittleren Eigenschaften des Kraftfutters sind in Table 4.35 wiedergegeben.

Der Anteil von Gras und Grassilage am Grundfutter kann berücksichtigt werden.

Weidegang ist nicht vorgesehen.

Der tägliche Futterbedarf (Trockensubstanz) wird aus dem Bedarf an umsetzbarer Energie, den ME-Gehalten der verschiedenen Futteranteile sowie der Trockensubstanzgehalten abgeleitet. Zu den erforderlichen Daten s. Table 4.35.

Für die Berechnung N-Aufnahme über die Nahrung mit Hilfe von X_{XP} wird allerdings die tägliche Futtermenge in Trockenmasse-Einheiten benötigt:

$$m_{\text{feed, DM}} = \frac{ME_{\text{gr-s, 1}}}{\eta_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s, 1}}}{\eta_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc, 1}}}{\eta_{\text{ME, conc}}} + \frac{ME_{\text{gr-s, 2}}}{\eta_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s, 2}}}{\eta_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc, 2}}}{\eta_{\text{ME, conc}}} \quad (4.51)$$

where

$m_{\text{feed, DM}}$	daily feed intake (dry matter) (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$i = 1, 2$	index of fattening phase
$ME_{\text{gr, i}}$	intake of metabolisable energy with grass (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$\eta_{\text{ME, gr, i}}$	metabolisable energy content of grass (in MJ MJ^{-1})
$ME_{\text{gr-s, i}}$	intake of metabolisable energy with grass silage (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$\eta_{\text{ME, gr-s, i}}$	metabolisable energy content of grass silage (in MJ MJ^{-1})
$ME_{\text{ma-s, i}}$	intake of metabolisable energy with maize silage (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$\eta_{\text{ME, ma-s, i}}$	metabolisable energy content of maize silage (in MJ MJ^{-1})

$ME_{conc, i}$ intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 $\eta_{ME, conc, i}$ metabolisable energy content of concentrates (in MJ MJ⁻¹)

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 tägliche Gesamtenergie wird aus der umsetzbaren Energie und den Umsetzbarkeiten der verschiedenen Futteranteile abgeleitet (zeitlich und örtlich konstante Standardwerte).

$$GE_{bm} = \frac{ME_{gr-s, 1}}{X_{ME, gr-s}} + \frac{ME_{ma-s, 1}}{X_{ME, ma-s}} + \frac{ME_{conc, 1}}{X_{ME, conc}} + \frac{ME_{gr-s, 2}}{X_{ME, gr-s}} + \frac{ME_{ma-s, 2}}{X_{ME, ma-s}} + \frac{ME_{co, 2}}{X_{ME, co}} \quad (4.52)$$

where

GE_{bm} daily gross energy intake for bulls (mature beef males) (in kg pl⁻¹ d⁻¹)
 $i = 1, 2$ index of fattening phase
 $ME_{gr, i}$ intake of metabolisable energy with grass (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 $X_{ME, gr, i}$ mean metabolisability of grass (in MJ MJ⁻¹)
 $ME_{gr-s, i}$ intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 $X_{ME, gr-s, i}$ mean metabolisability of grass silage (in MJ MJ⁻¹)
 $ME_{ma-s, i}$ intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 $X_{ME, ma-s, i}$ mean metabolisability of maize silage (in MJ MJ⁻¹)
 $ME_{conc, i}$ intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 $X_{ME, conc, i}$ mean metabolisability of concentrates (in MJ MJ⁻¹)

As an additional result, a mean digestibility of the diet is obtained (0.789 MJ MJ⁻¹).

Als weiteres Ergebnis erhält man eine mittlere Verdaulichkeit des Futters von 0,789 MJ MJ⁻¹.

4.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of emissions according to a Tier 2 methodology, 3.3.2.2.

The emission factor is given by:

Die Berechnung der Emissionen erfolgt einem Stufe-2-Verfahren, s. Kapitel 3.3.2.2.

Der Emissionsfaktor ist gegeben durch:

$$EF_{CH_4, ent, bm} = GE_{bm} \cdot \frac{x_{CH_4, bm} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (4.53)$$

where

GE_{bm} daily gross energy intake for bulls (mature beef males) (in kg pl⁻¹ d⁻¹)
 $x_{CH_4, bm}$ methane conversion rate ($x_{CH_4, bm} = 0.065$ MJ MJ⁻¹)
 α time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a⁻¹)
 η_{CH_4} energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg⁻¹ CH₄)

The methane conversion factor provided in IPCC(2006)-10.30, Table 10.12 was used.

Hierbei wurde der Methan-Umwandlungsfaktor IPCC(2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

4.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, see Chapter 3.4.3.2.

The assessment of the emission factor makes use of the amount of VS excreted, the carbon input with straw, the maximum methane producing capacity B_o , the methane conversion factors

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.2.

Die Berechnung des Emissionsfaktors setzt die Kenntnis der VS-Ausscheidungen, der mit Stroh eingetragenen C-Mengen, der maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten B_o , der Methan-

MCF and the frequency distribution of the storage systems.

Konversionsfaktoren *MCF* und der Häufigkeit von Wirtschaftsdünger-Lagertypen voraus.

4.6.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of "volatile solids" (VS) excreted are derived from GE requirements calculated according to Chapter 4.6.3. The method is described in Chapter 3.4.1.

The calculation of VS excretions makes use of the standard value of ash content (0.08 kg kg^{-1}) as given by IPCC(2006)-10.73). The overall digestibility of the feed is calculated on base of the data given in Table 4.35.

Die Mengen der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden nach Kapitel 3.4.1 aus dem in Kapitel 4.6.3 berechneten GE-Bedarf abgeleitet.

Bei der Berechnung der VS-Ausscheidungen wird der Aschegehalt mit von $0,08 \text{ kg kg}^{-1}$ angenommen (Standard-Wert, IPCC(2006)-10.73). Die effektive Verdaulichkeit des Futters ergibt sich mit Hilfe der Daten aus Tabelle Table 4.35.

4.6.5.2 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

For straw based systems, CH_4 emissions from straw are taken into account. Relevant amounts of straw are listed in Table 4.48. The Straw properties are given in Table 4.2.

Bei strohgebundenen Systemen wird die CH_4 -Freisetzung aus Stroh berücksichtigt. Die Einstreumengen gehen aus Table 4.48 hervor. Zu den Stroeigenschaften siehe Table 4.2.

Table 4.48: Bulls (mature beef cattle), amounts of straw used in German bull houses

Animal house type			
Tied systems	all systems	2.9	$\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw
loose housing	deep litter	5.0	$\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw
loose housing	sloped floor	2.5	$\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw

Source: KTBL (2006 a), KTBL (2006 b), pg. 442

4.6.5.3 Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.5.4).

For straw based systems the release of CH_4 from the fermentation of straw is considered.

Typically, there is no grazing.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.5.4).

Bei strohgebundenen Systemen wird die mögliche CH_4 -Freisetzung aus Stroh berücksichtigt

Weidegang ist nicht üblich.

4.6.5.4 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren

The maximum methane producing capacities ($B_0 = 0.19 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.78 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.)

The values to be used for other cattle are listed in Table 4.28.

The relevant frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.5.4).

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten ($B_0 = 0,19 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (für Gülle-Systeme temperaturabhängig).

Die für übrige Rinder zu verwendenden Größen sind in Table 4.28 zusammengestellt.

Die berücksichtigte Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.5.4).

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

4.6.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, see Chapter 3.4.4. Emission factors are as for dairy cows, see Chapter 4.2.1.

Die NMVOC-Emissionen sind den NH_3 -Emissionen proportional (Kapitel 3.4.4). Die Emissionsfaktoren sind die gleichen wie für Milchkühe, siehe Kapitel 4.2.1.

4.6.7 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.

4.6.7.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

N excretion is calculated as the difference between N intake and N retained. Values range about $35 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

The TAN content of excreta is variable and calculated. TAN contents are in the order of magnitude of 0.45 kg kg^{-1} .

Die N-Ausscheidungen ergeben sich als Differenz zwischen N-Aufnahme und N-Retention. Es ergeben sich Werte um $35 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Der TAN-Gehalt der Ausscheidungen ist variabel und wird ebenfalls berechnet; er liegt bei etwa $0,45 \text{ kg kg}^{-1}$.

4.6.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For Straw properties see Table 4.2.

The amounts of straw used are listed in Table 4.48. The resulting N input is

tied systems

$2.9 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw or $4.6 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$

deep litter

$5.0 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw or $7.8 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$

sloped floor

$2.5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw or $3.9 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Stroheigenschaften s. Table 4.2.

Die Stroh-Mengen sind in Table 4.48 aufgeführt. Daraus ergibt sich als N-Eintrag:

Anbindehaltung

$2,9 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh bzw. $4,6 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$

Tiefstreu

$5.0 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh bzw. $7,8 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$

Tretmist

$2,5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh bzw. $3,9 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$

4.6.7.3 Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 4.3.7.3).

Die Umwandlungsprozesse und -raten entsprechen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel 4.3.7.3).

4.6.7.4 Partial emission factors "storage" for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

The values for dairy cows apply accordingly (rf. Chapter 4.3.7.5.2).

Die Angaben für Milchkühe gelten sinngemäß (vgl. Kapitel 4.3.7.5.2).

4.6.7.5 Partial emission factor "spreading" / Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“

The viscosity of *liquid separate* is lower than of the respective untreated slurry. An emission reduction of 50 % was assumed for the spreading (related to untreated slurry. The same applies to *slurry after fermentation*.

The emission factors for leachate (*„Jauche“*) (broadcasting) are 20 % for arable land and 30 % for grassland.

Leachate is assumed to be broadcast in equal shares on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate to TAN. They are listed in Table 4.6 through Table 4.9.

Separierte Gülle weist eine geringere Viskosität auf als die ursprüngliche Gülle. Die Emissionsminderung beträgt 50 % des Faktors für unbehandelte Gülle. Das gleiche wird für *Biogas-Gülle* angenommen.

Als Emissionsfaktoren für Jauche (Ausbringung mit Breitverteiler) werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die Jauche wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 4.6 bis Table 4.9 aufgeführt.

4.6.7.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH_3 is also valid for bulls.

As for dairy cattle, N_2O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Auch für Bullen gilt nach EMEP (2002)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH_3 die Größenordnung von 30 % hat.

Für N_2O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.6.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

4.6.8.1 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 4.6.5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen Kapitel 4.6.5.3 entnommen.

4.6.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 4.49. (EMEP(2006) B1010).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.49 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 4.49: Bulls (male beef cattle), first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
bulls	solid	0.32	0.21
	slurry	0.24	0.16

Source: EMEP(2007)-B1010-5

4.6.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.50: Bulls (male beef), related tables in the Tables volume

		From	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.04
		CH ₄ manure management	EM1005.04
		NM VOC	EM1005.35
		NH ₃	EM1009.04
		N ₂ O	EM1009.42
		NO	EM1009.132
		PM ₁₀	EM1010.04
		PM _{2.5}	EM1010.24
Activity data	Aktivitäten	AC1005.04	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.04
		CH ₄ manure management	IEF1005.04
		NM VOC	IEF1005.32
		NH ₃	IEF1009.04
		N ₂ O	IEF1009.31
		NO	IEF1009.58
		PM ₁₀	IEF1010.04
		PM _{2.5}	IEF1010.21
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005CAT.58	AI1005CAT.74

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.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows ("other cattle") is a key source with respect to both level and trend.

According to NIR 2005, methane emissions from the manure management of other cattle were a key source with respect to their level.

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The marginal importance of suckler cows with respect to their share in emissions in the subcategory "Other cattle" justifies a comparatively simple treatment.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 4.51.

Mutterkuh-Herden dienen der Produktion von absetzbaren Kälbern. Mutterkühe werden im Stall als auch ganzjährig auf der Weide gehalten.

Für die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung bzgl. der Menge und des Trends eine Hauptquellgruppe.

Die Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Gruppe „übrige Rinder“ waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus.

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Der geringe Anteil der Emissionen aus der Mutterkuh-Haltung an den Gesamtemissionen aus der Kategorie „übrige Rinder“ rechtfertigt eine vergleichsweise einfache Behandlung.

Die Emissionen werden nach den in Table 4.51 zusammengestellten Verfahren berechnet.

Table 4.51: Suckler cows, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

4.7.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.7.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers as provided by the Statistical offices of the federal states (StatLA C III 1 – vj 4, cf. Table 4.1) can be used directly.

Die von den von den Statistischen Landesämtern (StatLA C III 1 – vj 4) bereitgestellten Tierzahlen n_K (s. Table 4.1) können unverändert für das Inventar übernommen werden.

$$n_{sc} = n_K \quad (4.54)$$

where

n_{sc} number of suckler cows considered
 n_K etc. animal numbers of type K (etc.) in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

The uncertainty for cattle numbers is between 4 and 5 % (see Dämmgen, 2005). A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen bei Rindern liegt zwischen 4 und 5 % (siehe Dämmgen, 2005). Eine Normalverteilung wird angenommen.

4.7.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The mean weight of suckler cows is considered constant (650 kg a^{-1}).

Das mittlere Gewicht von Mutterkühen wird als konstant angesehen (650 kg a^{-1}).

4.7.1.3 *Calves / Kälber*

As a rule, suckler cows give birth to 0.9 calves per year.

Mutterkühe haben in der Regel 0,9 Kälber pro Jahr.

4.7.2 *Energy requirements / Energiebedarf*

The energy requirements of a suckler cow are considered constant with time. A suckler cow without calf (milk yield 10 l d^{-1}) has annual metabolisable energy requirements of approx. $36000 \text{ MJ a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ ME}$ (KTBL, 2006b, S. 485).

The energy and feed requirements of the calf are considered in Chapter 4.4.2.

Der Energiebedarf einer Mutterkuh wird als konstant angesehen. Für eine Mutterkuh ohne Kalb wird bei etwa 10 l d^{-1} Milch eine metabolisierbare jährliche Gesamtenergie von (gerundet) $36000 \text{ MJ a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ ME}$ angegeben (KTBL, 2006b, S. 485).

Das Kalb wird in Kapitel 4.4.2 gesondert betrachtet.

4.7.3 *Feed requirements / Futterbedarf*

$1600 \text{ MJ a}^{-1} \text{ a}^{-1}$ of the overall annual metabolisable energy requirements are assumed to be taken in with concentrates (KTBL, 2006b, S. 485). The rest is composed of equal shares of grass and grass silage. The composition of concentrates is given in Table 4.35.

The daily feed intake, the intake of N and GE is calculated analogously to the procedure described for heifers, see Chapter 4.5.3.

As a result, a mean digestibility of the diet is obtained (0.688 MJ MJ^{-1}) as well as a daily gross energy intake of $GE_{sc} = 144.1 \text{ MJ a}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Es wird davon ausgegangen, dass $1600 \text{ MJ a}^{-1} \text{ a}^{-1}$ der metabolisierbaren jährlichen Gesamtenergie auf Kraftfutter entfallen (KTBL, 2006b, S. 485), der Rest zu gleichen Teilen auf Gras und Grassilage. Die Zusammensetzung des Kraftfutters ist in Table 4.35 angegeben.

Die Berechnung des täglichen Futterbedarfs der N- und GE-Aufnahme über die Nahrung erfolgt analog zur Vorgehensweise bei den Färsen, s. Kapitel 4.5.3.

Als Ergebnis erhält man eine mittlere Verdaulichkeit des Futters von $0,688 \text{ MJ MJ}^{-1}$ sowie eine tägliche Gesamtenergie-Aufnahme von $GE_{sc} = 144,1 \text{ MJ a}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

4.7.4 *Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung*

According to Chapter 3.3.2.2, a methane conversion rate of 0.065 MJ MJ^{-1} as suggested in IPCC(2006)-10.30 and GE_{sc} from 4.7.3 lead to the following emission factor:

Nach Kapitel 3.3.2.2 ergibt sich bei einer Methan-Umwandlungsrate von $0,065 \text{ MJ MJ}^{-1}$ (IPCC(2006)-10.30) und GE_{sc} aus Kapitel 4.7.3 ein Emissionsfaktor von:

$$EF_{CH_4,ent,sc} = 61.44 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4 \quad (4.55)$$

where

$EF_{CH_4,ent,sc}$ methane emission factor for enteric fermentation of suckler cows
(in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$)

Uncertainty of the emission factor

IPCC(2006)-11.33 indicates that the overall uncertainty is 30 %. This is also accepted for bulls. The distribution is likely to be normal.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

IPCC(2006)-11.33 gibt insgesamt eine Unsicherheit von 30 % an. Dies trifft sinngemäß auch für Mutterkühe zu. Es wird angenommen, dass die Verteilung normal ist.

4.7.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

4.7.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of "volatile solids" (VS) excreted are derived from GE required as described in eq. (3.23).

The data used to calculate VS for suckler cows assume uniform feed and management.

From the calculation of emissions due to enteric fermentation, an excretion of about 819 kg an⁻¹ a⁻¹ VS is deduced, if one uses an ash content of 8 kg kg⁻¹ in accordance with IPCC(2006)-10.42. The digestibility is given in Chapter 4.7.2.

It is assumed that the maximum possible number of grazing days as provided by RAUMIS is used for all day grazing. During the rest of the year, suckler cows are kept in cubicle houses on straw.

Die Mengen der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden nach Gl. (3.23) aus dem GE-Bedarf abgeleitet.

Die Daten für die Mutterkuh-Haltung gehen von einheitlicher Fütterung und Haltung aus.

Aus den Berechnungen zu den Emissionen aus der Verdauung folgt eine Ausscheidung von etwa 819 kg an⁻¹ a⁻¹ VS, wenn man für den Aschegehalt mit IPCC(2006)-10.42 0,08 kg kg⁻¹ annimmt. Zur Verdaulichkeit s. Kapitel 4.7.2.

Das Inventar geht davon aus, dass die maximal mögliche Zahl der Weidetage nach RAUMIS ausgeschöpft wird (ganztägige Weide). Während der übrigen Zeit befinden sich die Tiere im Laufstall auf Stroh.

4.7.5.2 Duration of grazing / Dauer des Weidegangs

The duration of grazing (number of days grazing, hours of grazing per day) are assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Der Dauer des Weidegangs (Zahl der Weidetage, Dauer der täglichen Weide) wird in RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet und bereitgestellt.

4.7.5.3 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

Straw is not considered.

Der Einsatz von Stroh wird nicht berücksichtigt.

4.7.5.4 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

For suckler cows, the frequency distributions of housing and storage types are assumed to equal those for dairy cows. These data are provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Für Mutterkühe wird vorläufig die gleiche Häufigkeitsverteilung der Haltungsformen angenommen wie für Milchkühe. Die Zahlen werden aus RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) bereitgestellt.

4.7.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The emissions are based on ammonia emissions (cf. Chapter 3.4.4). Emission factors are as

Die Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, siehe Kapitel 3.4.4. Die

for dairy cows, see Chapter 4.3.6.

Emissionsfaktoren sind die gleichen wie für Milchkühe (s. Kapitel 4.3.6).

4.7.7 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.

4.7.7.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

In accordance with KTBL (2006b), pg. 490, the nitrogen excretion is assumed to amount to $82 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

Mit KTBL (2006b), S. 490, wurden N-Ausscheidungen von $82 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ angenommen.

4.7.7.2 Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

Emissions are calculated as for dairy cows.

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen berechnet.

4.7.7.3 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh

Straw is not considered.

Der Einsatz von Stroh wird nicht berücksichtigt.

4.7.7.4 Partial emission factors "storage" for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

Emissions are calculated as for dairy cows.

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen berechnet.

4.7.7.5 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH_3 is also valid for suckler cows.

As for dairy cattle, N_2O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Auch für Mutterkühe gilt nach EMEP (2002)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH_3 die Größenordnung von 30 % hat.

Für N_2O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.7.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

4.7.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 4.7.5.4.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 4.7.5.4 entnommen

4.7.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

With regard to particle emissions, suckler cows are treated as dairy cows. The emission factors used are listed in Table 4.52 (EMEP(2006) B1010).

Mutterkühe werden hinsichtlich der Staub-Emissionen wie Milchkühe behandelt. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.52 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 4.52: Suckler cows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
suckler cows	tied or litter	0.70	0.45
	cubicles (slurry)	0.36	0.23

Source: EMEP(2007)-B1010-5

4.7.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.53: Suckler cows, related tables in the Tables volume

		From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	EM1004.05 EM1005.05 EM1005.36 EM1009.05 EM1009.45 EM1009.133 EM1010.05 EM1010.25
			EM1009.47
Activity data	Aktivitäten	AC1005.05	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	IEF1004.05 IEF1005.05 IEF1005.33 IEF1009.05 IEF1009.32 IEF1009.59 IEF1010.05 IEF1010.22
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005CAT.75	AI1005CAT.91

4.8 Bulls (mature males) / Zuchtbullen

All male cattle above 2 years are considered to be used for reproduction.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows ("other cattle") is a key source with respect to both level and trend.

According to NIR 2005, methane emissions from the manure management of other cattle were a key source with respect to their level.

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 4.54.

As the contribution of mature males to the overall emissions is very small, a comparatively simple treatment seems justified.

Als Zuchtbullen werden alle männlichen Rinder angesehen, die älter als 2 Jahre sind.

Für die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich der Menge und des Trends.

Die Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Gruppe „übrige Rinder“ waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus.

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 4.54 zusammengestellten Verfahren.

Die relative Einfachheit der Beschreibung wird durch den geringen Beitrag der Zuchtbullen zur Gesamtemission gerechtfertigt.

Table 4.54: Bulls (mature males), calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

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 können unverändert übernommen werden.

$$n_{mm} = n_G \quad (4.56)$$

where

n_{mm} number of bulls (mature males) considered
 n_G animal numbers of type G in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

The uncertainty for cattle numbers is between 4 and 5 % (see Dämmgen, 2005). A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen bei Rindern liegt zwischen 4 und 5 % (siehe Dämmgen, 2005). Eine Normalverteilung wird angenommen.

4.8.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The weight of a mature bull for reproduction is assumed to be 1000 kg an⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 350).

Data gap closure is not required.

Das Gewicht eines Zuchtbullen wird mit etwa 1000 kg an⁻¹ angesetzt (KTBL, 2004, S. 350).

Ein Schließen von Datenlücken ist nicht notwendig.

4.8.2 Energy requirements / Energiebedarf

The weight gain of a mature bull for reproduction is considered negligible. Thus, only the energy requirements for maintenance have to be taken into account, which are assumed to be constant on a daily base (100 MJ pl⁻¹ d⁻¹ ME for the animal weight of 1000 kg an⁻¹).

Das Wachstum eines Zuchtbullens wird als vernachlässigbar angesehen, womit lediglich der Energiebedarf für Erhaltung von Bedeutung ist, der im täglichen Mittel als konstant angesehen wird. Für das Tiergewicht von 1000 kg a⁻¹ wird er mit 100 MJ pl⁻¹ d⁻¹ ME angesetzt.

4.8.3 Feed requirements / Futterbedarf

According to IPCC(2006)-11.73 the mean digestibility of feed is 0.60 MJ MJ⁻¹.

For the metabolisability, the IPCC default value 0.55 MJ MJ⁻¹ is used. This leads to a mean daily gross energy intake of $GE_{sc} = 181,8 \text{ MJ an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Die mittlere Verdaulichkeit des Futters beträgt nach IPCC(2006)-11.73 0,60 MJ MJ⁻¹.

Für die Umsetzbarkeit wird der IPCC-default-Wert von 0,55 MJ MJ⁻¹ verwendet. Daraus resultiert eine tägliche Gesamtenergie-Aufnahme von $GE_{sc} = 181,8 \text{ MJ an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

4.8.4 Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung

According to Chapter 3.3.2.2, a methane conversion rate of 0.065 MJ MJ⁻¹ as suggested in IPCC(2006)-10.30 and GE_{sc} from 4.8.3 lead to the following emission factor:

Nach Kapitel 3.3.2.2 ergibt sich bei einer Methan-Umwandlungsrate von 0,065 MJ MJ⁻¹ (IPCC(2006)-10.30) und GE_{sc} aus Kapitel 4.8.3 ein Emissionsfaktor von:

$$EF_{CH_4,ent,mm} = 71.51 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4 \quad (4.57)$$

where

$EF_{CH_4, ent, mm}$ Methane emission factor for enteric fermentation of mature bulls for reproduction (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)

Uncertainty of the emission factor

IPCC(2006)-11.33 indicates that the overall uncertainty is 30 %. This is also accepted for bulls. The distribution is likely to be normal.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

IPCC(2006)-11.33 gibt insgesamt eine Unsicherheit von 30 % an. Dies trifft sinngemäß auch für Mutterkühe zu. Es wird angenommen, dass die Verteilung normal ist.

4.8.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

4.8.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

From the calculation of emissions from enteric fermentation, a VS excretion of about 1324 kg pl⁻¹ a⁻¹ is deduced, if ash content is 0.08 kg kg⁻¹, as proposed in IPCC(2006)-10.42. For the digestibility see Chapter 4.8.3.

Aus den Berechnungen zu den Emissionen aus der Verdauung folgt eine Ausscheidung von etwa 1324 kg pl⁻¹ a⁻¹ VS, wenn man mit IPCC(2006)-10.42 für den Aschegehalt 0,08 kg kg⁻¹ annimmt. Zur Verdaulichkeit s. Kapitel 4.8.3.

4.8.5.2 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

The calculation of emissions from bulls is based on the assumption that feed and management are uniform over Germany.

Grazing is not considered.

For the time being it is assumed that half of the population is kept in slurry based systems, the other half in straw based systems.

The frequency distribution of storage types is assumed to be the same as for other cattle. It is supplied by RAUMIS (see Chapter 4.3.5.4).

Die Daten für die Zuchtbullen-Haltung gehen von einheitlicher Fütterung und Haltung aus.

Weidegang wird nicht eigens berücksichtigt.

Vorläufig wird angenommen, dass jeweils die Hälfte der Tiere in Gülle- und in Festmistsystemen gehalten wird.

Die Häufigkeitsverteilung der Wirtschaftsdünger-Lagerung entspricht der der übrigen Rinder und wird von RAUMIS bereitgestellt (siehe Kapitel 4.3.5.4).

4.8.5.3 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

Straw as bedding material is not considered.

Der Einsatz von Stroh wird nicht berücksichtigt.

4.8.5.4 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-FreisetzungsKapazitäten (B_0) und Methan-Umwandlungsfaktoren

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.78 and IPCC(2006)-10.45 ff, respectively. These data equal those in Table 4.28.

Die maximalen Methan-FreisetzungsKapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC(2006)-10.45 ff entnommen. Die Daten entsprechen den in Table 4.28 angegebenen.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

4.8.6 NMVOC Emissions / NMVOC-Emissionen

The emissions are based on ammonia emissions, see Chapter 3.4.4. Emission factors are as for dairy cows (Chapter 4.3.6).

Die Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, siehe Kapitel 3.4.4. Die Emissionsfaktoren sind die gleichen wie für Milchkühe (Kapitel 4.3.6).

4.8.7 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.

4.8.7.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

In accordance with KTBL (2006), pg. 412, the nitrogen excretion is assumed to amount to $84 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

Mit KTBL (2006), S. 412, wurden N-Ausscheidungen von $84 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ angenommen.

4.8.7.2 Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

Emissions are calculated as for dairy cows.

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen berechnet.

4.8.7.3 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh

Straw is not considered.

Der Einsatz von Stroh wird nicht berücksichtigt.

4.8.7.4 Partial emission factors "storage" for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

Emissions are calculated as for dairy cows.

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen berechnet.

Uncertainty of emission factors

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH_3 is also valid for bulls.

Auch für Bullen gilt nach EMEP (2002)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH_3 die Größenordnung von 30 % hat.

As for dairy cattle, N_2O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Für N_2O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.8.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

4.8.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respec-

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistssysteme wird den entsprechenden An-

tive data needed for calculations in Chapter 4.7.5.4.

gaben für die Rechnungen in Kapitel 4.7.5.4 entnommen

4.8.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

With regard to particle emissions, mature males are treated as dairy cows. The emission factors used are listed in Table 4.55 (EMEP(2006) B1010).

Zuchtbullen werden hinsichtlich der Staub-Emissionen wie Milchkühe behandelt. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.55 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 4.55: Bulls (mature males), first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} Kg pl ⁻¹ a ⁻¹
bulls (mature males)	tied or litter	0.70	0.45
	cubicles (slurry)	0.36	0.23

Source: EMEP(2007)-B1010-5

4.8.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.56: Bulls (mature males), related tables in the Tables volume

		from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	EM1004.06 EM1005.06 EM1005.37 EM1009.06 EM1009.48 EM1009.134 EM1010.06 EM1010.26 EM1009.50
Activity data	Aktivitäten	AC1005.06	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	IEF1004.06 IEF1005.06 IEF1005.34 IEF1009.06 IEF1009.33 IEF1009.60 IEF1010.06 IEF1010.23
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005CAT.92	AI1005CAT.107

4.9 Aggregated data for cattle except dairy cows (other cattle) / Zusammenfassung: Rinder ohne Milchkühe (übrige Rinder)

“Other cattle” are a key source of methane from enteric fermentation (with respect to both level and trend), a key source of methane from manure management (amount) and a key source of ammonia (level) and NMVOC. Thus, a detailed description is asked for.

In this inventory, “other cattle” are disaggregated. Calves (Chapter 4.4), heifers (Chapter 4.5), bulls (male beef) (Chapter 4.6), suckler cows (Chapter 4.7) and bulls (mature males) (Chapter 4.8) are treated separately. Calves are dealt with using a Tier 1 approach. For heifers and beef bulls a Tier 3 method is applied. Suckler cows and mature bulls are described with a Tier 2 method. Thus, it seems justified to classify the overall treatment of other cattle with respect to methane and ammonia emissions as a Tier 3 methodology (see Table 4.57).

In this chapter, the data for the respective subcategories are summarised for reporting purposes. However, guidance documents do not provide explicit methods to derive mean properties. That is why the equations used are added in each case.

Rinder ohne Milchkühe („übrige Rinder“) sind eine Hauptquellgruppe für CH₄ aus der Verdauung (bzgl. Niveau und Trend), eine Hauptquellgruppe für CH₄ aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Niveau) und eine Hauptquellgruppe für NH₃ (Niveau) und NMVOC. Eine detaillierte Beschreibung ist deshalb geboten.

In diesem Inventar werden die übrigen Rinder disaggregiert nach Kälbern (Kapitel 4.4), Färsen (Kapitel 4.5), Mastbullen (Kapitel 4.6), Mutterkühen (Kapitel 4.7) und Zuchtbullen (Kapitel 4.8). Die Kälber werden nach einem Stufe-2-Verfahren beschrieben, Färsen und Mastbullen nach einem Stufe-3-Verfahren, Mutterkühe und Zuchtbullen nach Stufe-2-Verfahren. Es erscheint gerechtfertigt, die Behandlung der übrigen Rinder für die oben genannten Stoffe insgesamt als Stufe-3-Verfahren für Methan und Ammoniak anzugeben (siehe Table 4.57).

Nachfolgend werden die Daten dieser Unterkategorien für die Berichterstattung zusammengefasst. Da die Regelwerke keine expliziten Verfahren für die Berechnung mittlerer Eigenschaften aufweisen, werden die jeweils benutzten Gleichungen aufgeführt.

Table 4.57: Other cattle, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
		2	IPCC			
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	states	1 a
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	3	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

4.9.1 Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.9.1.1 Cumulative animal numbers / Tierzahl-Summen

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

$$\begin{aligned}
 n_{oc} &= n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm} \\
 &= n_A + n_B + n_C + n_D + n_E + n_F + n_G + n_H + n_I + n_J + n_K + n_L
 \end{aligned}
 \tag{4.58}$$

where

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 bull places (male beef cattle), 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 bull places (mature males), 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)

This is equivalent to calculating the overall number of other cattle from the number of all cattle by subtracting the number of dairy cattle.

Dies entspricht der Summe aller Rinder abzüglich der Anzahl der Milchkühe.

Uncertainty of activity data

For other cattle as a whole, an uncertainty of 4 to 5 % is assumed for statistical data (Dämmgen, 2005). A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Für Rinder ohne Milchkühe insgesamt haben die statistischen Daten eine Unsicherheit von 4 bis 5 % (Dämmgen, 2005). Eine Normalverteilung wird angenommen.

4.9.1.2 Calculation of mean animal weights / Berechnung mittlerer Tiergewichte

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 (bulls). The mean weights of calves (69 kg an⁻¹), mature males (1000 kg an⁻¹) and suckler cows (650 kg an⁻¹) are constant, whereas the mean weight of beef cattle is the arithmetic mean of the final weight of calves (100 kg an⁻¹) and the respective slaughter weight.

Instead of census data, animal numbers as calculated in this inventory are used to derive the weighted means.

Die mittleren Gewichte der übrigen Rinder sind die gewichteten Mittel der Gewichte von Kälbern, Färsen, Mastbullen, Mutterkühen und Zuchtbullen. Die mittleren Gewichte von Kälbern (68 kg an⁻¹), Zuchtbullen (1000 kg an⁻¹) und Mutterkühen (650 kg an⁻¹) werden als konstant angesehen. Bei Färsen und Mastbullen wird das arithmetische Mittel zwischen Endgewicht der Kälber (100 kg an⁻¹) und Schlachtgewicht angesetzt.

Es werden nicht die Tierzahlen der Tierzählung, sondern die in diesem Inventar berechneten Tierzahlen verwendet.

$$w_{oc} = \frac{n_{ca} \cdot \frac{w_{start,ca} + w_{fin,ca}}{2} + n_{bf} \cdot \frac{w_{fin,ca} + w_{fin,bf}}{2} + n_{bm} \cdot \frac{w_{fin,ca} + w_{fin,bm}}{2} + n_{sc} \cdot w_{sc} + n_{mm} \cdot w_{mm}}{n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm}} \quad (4.59)$$

where

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)

4.9.1.3 Calculation of mean pregnancy rates / Berechnung mittlerer Trächtigkeitsraten

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-TZ).

City States were not considered for the calculation of the mean.

Die Berechnung der mittleren Trächtigkeit berücksichtigt ausschließlich 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-TZ).

Die Stadtstaaten wurden bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.

4.9.1.4 Calculation of mean digestibilities / Berechnung mittlerer Verdaulichkeiten

Mean digestibilities are the weighted means of the subcategories calculated as follows:

Die mittleren Verdaulichkeiten werden wie folgt als gewichtete Mittel berechnet:

$$X_{DE, oc} = \frac{n_{ca} \cdot X_{DE, ca} + n_{bf} \cdot X_{DE, bf} + n_{bm} \cdot X_{DE, bm} + n_{sc} \cdot X_{DE, sc} + n_{mm} \cdot X_{DE, mm}}{n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm}} \quad (4.60)$$

where

$X_{DE, oc}$ mean digestibility of feed for other cattle (in MJ MJ⁻¹)
 n_{ca} , etc. number of calf places, etc. (in pl)
 $X_{DE, ca}$, etc. digestibility of calf feed (in MJ MJ⁻¹)

4.9.2 Methan emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung

Mean emission factors are weighted means of the subcategories calculated as follows:

Die mittleren Emissionsfaktoren werden wie folgt als gewichtete Mittel berechnet:

$$EF_{CH4, ent, oc} = \frac{n_{ca} \cdot EF_{CH4, ent, ca} + n_{bf} \cdot EF_{CH4, ent, bf} + n_{bm} \cdot EF_{CH4, ent, bm} + n_{sc} \cdot EF_{CH4, ent, sc} + n_{mm} \cdot EF_{CH4, ent, mm}}{n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm}} \quad (4.61)$$

where

$EF_{CH4, ent, oc}$ mean emission factor for methane from enteric fermentation from other cattle (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 n_{ca} , etc. number of calf places, etc. (in pl)
 $EF_{CH4, ent, ca}$, etc. mean emission factor for methane from enteric fermentation from calves (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)

4.9.3 Methane emissions from manure management systems / Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

4.9.3.1 Mean implied emission factors for methane from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.2 Mean VS excretion rates / Mittlere VS-Ausscheidungen

Mean emission factors are the weighted means of the subcategories calculated in analogy to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Die mittleren Emissionsfaktoren sind gewichtete Mittel in Analogie zum Verfahren in Kapitel 4.9.2.

4.9.3.3 Mean methane conversion factors (MCF) / Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren (MCF)

In Germany, the mean methane conversion

Der mittlere Methan-Umwandlungsfaktor für

factor for the manure management systems is constant with the exception of slurry based systems, as the whole nation is situated in the cool region with mean annual temperatures below 15 °C. Lagoons do not occur. Thus, the mean is formed from the MCFs for slurry with and without a natural crust and for storage below animal confinements.

die unterschiedlichen Lagertypen ist in Deutschland nur für Gülle nicht konstant, da das gesamte Gebiet mittlere Jahrestemperaturen von weniger als 15 °C aufweist und nicht abgedeckte Gülle-Lagunen nicht vorkommen. Die Mittelung erfasst deshalb nur die Lagerung im Tank mit natürlicher Schwimmdecke, ohne natürliche Schwimmdecke bzw. das Lager im Güllekeller:

$$MCF_{\text{liquid, mean}} = \frac{\sum_{i,j} (MCF_{\text{liquid},i,j} \cdot MS_{\text{liquid},i,j} \cdot VS_{\text{liquid},i,j} \cdot n_j)}{\sum_{i,j} (MS_{\text{liquid},i,j} \cdot VS_{\text{liquid},i,j} \cdot n_j)} \quad (4.62)$$

where

$MCF_{\text{liquid, mean}}$	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)

4.9.3.4 Mean implied emission factors for NMVOC from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für NMVOC aus Wirtschaftsdünger-Management

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.5 Mean N excretion rates / Mittlere N-Ausscheidungen

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.6 Calculation of mean TAN contents / Berechnung mittlerer TAN-Gehalte

Mean TAN contents are calculated as follows:

Mittlere TAN-Gehalte werden für übrige Rinder wie folgt berechnet:

$$x_{\text{urine, oc, mean}} = \frac{\sum_{i,j} (m_{\text{excreted}, i, j} \cdot x_{\text{urine}, i, j} \cdot n_{i,j})}{\sum_{i,j} (m_{\text{excreted}, i, j} \cdot n_{i,j})} \quad (4.63)$$

where

$x_{\text{urine, oc, mean}}$	mean TAN content of excretions of other cattle (in kg kg ⁻¹)
$m_{\text{excreted}, i}$	amount of N excreted by cattle subcategory i in region j (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{\text{urine}, i, j}$	TAN content of excreta of subcategory i in region j (in kg kg ⁻¹)
$n_{i,j}$	number of animal places of subcategory i in region j (in pl)

4.9.3.7 Mean implied emission factors for ammonia from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Ammoniak aus Wirtschaftsdünger-Management

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.8 Mean implied emission factors for particulate matter from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Stäube aus Wirtschaftsdünger-Management

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.4 Intercomparison of implied emission factors and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren 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 resultierenden Emissionsfaktoren solcher Staaten, deren landwirtschaftliche Praxis der deutschen ähnlich ist, werden die deutschen Werte dieses Inventars den letzten veröffentlichten Daten gegenübergestellt.

4.9.4.1 Mean implied emission factors for methane from enteric fermentation and mean performance data / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan aus der Verdauung und mittlere Leistungsdaten

Table 4.58: Other cattle, intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation, mean animal weights, pregnancy, and digestibility (submission 2008)

	$IEF_{CH_4, \text{ent, oc}}$ in $\text{kg an}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$	mean animal weight in kg an^{-1}	pregnancy in %	digestibility in %
Austria	56.01	427.07	16.55	72.35
Belgium	44.49	393.50		75.00
Czech Republic	49.19			60.00
Denmark	35.06	326.00		71.00
Germany	41.64	278.7	59.77 *	72.08
France	51.72			
Netherlands	36.75 ¹			
Poland	47.94	312.38		65.48
Switzerland	34.19 ¹			
United Kingdom	43.26			
IPCC 2006 default IEF (Table 10.11, Western Europe)	57			

Source: UNFCCC 2007, Table 4.A

* The German pregnancy figure considers adult female animals only, see Chapter 4.9.1.3.

¹ calculated from original data supplied

The German IEF is close to the mean reported by the other nations. It is considerably lower than that given in IPCC(2006)-11.29.

Der deutsche IEF liegt im Mittelfeld und unterschreitet den default-Wert für West Europa (IPCC(2006)-11.29) deutlich.

4.9.4.2 Mean implied emission factors for methane and NMVOC from manure management and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan und NMVOC aus dem Wirtschaftsdünger-Management und emissionserklärende Variablen

Table 4.59: Other cattle, intercomparison of implied emission factors regarding CH₄ from manure management (submission 2008)

	$IEF_{CH_4, MM, oc}$ in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄	VS excreted in kg an ⁻¹ d ⁻¹ VS	Frequency of liquid systems in %	MCF for liquid systems in %	$IEF_{NMVOC, oc}$ in kg an ⁻¹ a ⁻¹ NMVOC
Austria	7.40	1.95	23.85	39	
Belgium	10.30		30.30	20	
Czech Republic	6.00				
Denmark	1.72	1.36	23.89	10	
Germany	5.68	1.37	62.21	13.3	7.55
France	19.74	2.70	39.25	45 / 72	
Netherlands	6.34 ¹				
Poland	5.97	2.10	15.40	39	
Switzerland	2.99 ¹				
United Kingdom	4.30	2.65	6.0		
IPCC default	6 to 8	2.6	22.5		
(IPCC(2006)-10.77, Western Europe, cool region)					

Source: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

¹ calculated from original data supplied

The implied emission factor (*IEF*) for calves, heifers, bulls, suckler cows and mature males is located in the middle of the range given in Table 4.59.

France cannot serve for comparison as it reports for both temperate and warm regions.

However, the considerable scatter cannot be explained with the data provided.

The methane conversion factors used by Austria and Poland are the default values provided by IPCC (2006). Denmark uses the default factor in IPCC (1996).

No other countries have yet reported NMVOC emissions from other cattle. Thus, there is no comparison possible.

Der resultierende Emissionsfaktor (*IEF*) für Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe und Zuchtbullen liegt im Mittelfeld der Tabelle (Table 4.59). Frankreich ist nicht direkt vergleichbar, da es für für gemäßigte und warme Regionen berichtet.

Die erhebliche Streuung insgesamt entzieht sich einer einfachen Deutung.

Auffällig ist, dass Österreich und Polen default-Methan-Umwandlungsfaktoren nach IPCC (2000) verwenden, Dänemark die default-Rate von 1996.

Bisher haben andere Staaten keine NMVOC-Emissionen aus der Haltung der übrigen Rinder berichtet, weshalb an dieser Stelle kein Vergleich möglich ist.

4.9.4.3 Mean implied emission factors for ammonia and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Ammoniak und emissionserklärende Variablen

Table 4.60 illustrates that the N excretions for Germany and this animal category are in the lower part of the range for Central Europe. The IPCC default excretion rate of 70 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (IPCC(1996)-3-4.99) appears to be unrealistic. At present, it is only used by the Czech Republic.

Table 4.60 verdeutlicht, dass die mittleren N-Ausscheidungen dieser Tierkategorie für Deutschland eher im unteren Bereich der in Mitteleuropa üblichen Werte liegen. Der IPCC-Default-Wert von 70 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (IPCC(1996)-3-4.99) erscheint unrealistisch. Er wird nur von der tschechischen Republik verwendet.

Table 4.60: Other cattle, intercomparison of N excretion rates $m_{\text{excr. oc}}$ and mean NH_3 emission factors (submission 2008)

	$m_{\text{excr. oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$	n_{oc} in 1000 pl	$E_{\text{NH}_3, \text{oc}}$ in $\text{Gg a}^{-1} \text{NH}_3$	$IEF_{\text{NH}_3, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{NH}_3$
Austria	45.96	1475.5	22.5	15.3
Belgium	60.14	2139.1	14.8	6.9
Czech Republic	70.00	810.0	10.9	13.5
Denmark	38.63	984.5	4.4	4.4
Germany	50.27	8615.7	129.4	15.0
France	57.37	15768.3	232.9	14.8
Netherlands		2325.4	19.7	8.5
Poland	50.00	2782.0	40.6	14.6
Switzerland	30.51 ¹	948.7	11.8	12.4
United Kingdom	49.78	8407.4	64.4	7.7

Source: UNFCCC (2008), Table 4.B(b); EMEP (2008)

¹ reported for young cattle, obviously including mature non-dairy cattle

4.9.4.4 Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Staub

Table 4.61: Other cattle, intercomparison of PM emission factors (submission 2008)

	$IEF_{\text{PM}_{10}, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{PM}_{10}$	$IEF_{\text{PM}_{2.5}, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{PM}_{2.5}$	$IEF_{\text{TSP}, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{TSP}$
Austria			
Belgium	0.28	0.06	0.62
Czech Republic	0.36	0.00	0.90
Denmark	0.16	0.10	0.34
Germany	0.21	0.14	
France	0.09	0.03	0.23
Netherlands			
Poland	0.40	0.01	0.89
Switzerland	0.13	0.02	
United Kingdom	0.04	0.01	

Source: EMEP (2008), calculated from original data supplied

Table 4.61 illustrates the influence of the shares of straw-based and slurry-based systems which differ from country to country.

In Table 4.61 kommen von land zu land unterschiedliche Anteile stroh- und güllebasierter Systeme zum Ausdruck.

4.9.5 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Reference to information provided in the Tables volume is given subsequently in Table 4.62.

Hinweise auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden Table 4.62.

Table 4.62: Other cattle, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.07	
		CH ₄ manure management	EM1005.07	
		NM VOC	EM1005.38	
		NH ₃	EM1009.07	
		N ₂ O	EM1009.51	EM1009.53
		NO	EM1009.135	
		PM ₁₀	EM1010.07	
		PM _{2.5}	EM1010.27	
Activity data	Aktivitäten	AC1005.07		
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.07	
		CH ₄ manure management	IEF1005.07	
		NM VOC	IEF1005.35	
		NH ₃	IEF1009.07	
		N ₂ O	IEF1009.34	
		NO	IEF1009.61	
		PM ₁₀	IEF1010.07	
		PM _{2.5}	IEF1010.24	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.108	AI1005CAT.127

5 Pigs / Schweine

5.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

In the German census data pigs are categorised according to their sex, weight, destination and age.

For this inventory, subcategories were formed that are homogeneous with respect to housing and feeding.

Table 5.1 compares the categories used in the animal census and in this inventory. The latter are described in the subsequent chapters, including the variable animal weights.

Piglets do not form a separate category. They are accounted for within the calculations of energy and feed requirements of the sows.

Die deutsche Tierzählung unterscheidet Schweine nach Geschlecht, Gewicht, Bestimmung und Alter.

Für die Berechnungen des Inventars werden hieraus hinsichtlich ihrer Haltung und Ernährung homogene Unterkategorien gebildet.

Table 5.1 vergleicht die Kategorien der Tierzählung und des Inventars. Letztere werden in den nachfolgenden Kapiteln behandelt, einschließlich der variablen Tiergewichte.

Saugferkel werden bei den Berechnungen zum Energie- und Futterbedarf der Kategorie „Sauen“ mit berücksichtigt.

Table 5.1: Pigs, categorisation and characterisation

Animal category according to German census			Animal categories used in this inventory			
Type			Type	Category	Weight 1	Weight 2
M	Ferkel bis unter 25 kg	Piglets		piglets	1.5 kg an ⁻¹	8.5 kg an ⁻¹
N	Jungschweine bis unter 50 kg Lebendgewicht	young pigs lighter than 50 kg live weight	we	weaners	8.5 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		
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		

weight 1: weight at the beginning of the respective period, weight 2: weight at the end of the respective period; w: variable weight; fin: final

5.2 Emission factors used for all pig subcategories / Für alle Schweine-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren

5.2.1 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. All pigs are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 5.2). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 3.4.4. Alle Schweine weisen die gleichen Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} auf (Table 5.2). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Table 5.2: Pigs, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions for pigs

Species	$EF_{\text{NMVOC, pigs}}$ in kg kg ⁻¹
dimethyl sulfide	0.28
dimethyl disulfide	0.00
dimethyl trisulfide	0.00
Acetone	0.00
acetic acid	0.30
propanoic acid	0.01
2-methyl propanoic acid	0.01
butanoic acid	0.12
2-methyl butanoic acid	0.01
3-methyl butanoic acid	0.01
pentanoic acid	0.00
Phenol	0.00
4-methyl phenol	0.09
3-ethyl phenol	0.01
Indole	0.00
3-methyl indole	0.00

Source: Hobbs et al. (2004)

Uncertainty of emission factors

The uncertainty depends both on the uncertainty of the NH_3 emissions and on that of the emission factor EF_{NMVOC} . The former is estimated to be 30 %; thus an overall uncertainty of 50 % can be assumed. Normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit hängt sowohl von der Unsicherheit der NH_3 -Emissionen als auch der der Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} ab. Erstere ist etwa 30 %; insgesamt wird eine Unsicherheit von 50 % geschätzt. Verteilung normal.

5.2.2 Partial emission factors “storage” for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

Partial emission factors “storage” for the N species to be considered are listed in Table 5.3 and Table 5.4. They are valid for all subcategories of pigs.

In bedded systems, 40 % of the TAN excreted will be immobilised.

10 % of N_{org} will be mineralised during storage.

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“ für die betrachteten N-Spezies und alle Schweine-Kategorien sind in Table 5.3 und Table 5.4 angegeben.

In Systemen mit Einstreu werden 40 % des TAN in der Einstreu immobilisiert.

Im Lager werden 10 % des N_{org} zu TAN mineralisiert.

Table 5.3: Pigs, partial emission factors for ammonia losses from storage of pig excreta (related to TAN)

untreated slurry	open tank	(reference)	15	Kg kg ⁻¹ N	
	solid cover	(incl. tent structures)	90	%	reduction compared with reference
	natural crust		30	%	
	floating cover	chaff	80	%	
	floating cover	granules	85	%	
	floating cover	plastic film	85	%	
leachate	solid cover	(reference)	0.042	Kg kg ⁻¹ N	
solid manure	heap	(reference)	0.60	Kg kg ⁻¹ N	

Source: EMEP (2002); Reidy et al., 2008

Table 5.4: Pigs, partial emission factors for nitrogen oxides and dinitrogen losses from storage of pig excreta (related to N excreted)

N ₂ O emissions	slurry without crust	0.005	kg kg ⁻¹ N
	slurry with crust	0.000	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.002	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.005	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding without mixing	0.010	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	slurry without crust	0.0005	kg kg ⁻¹ N
	slurry with crust	0.0000	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.0002	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.0020	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding without mixing	0.0010	kg kg ⁻¹ N
N ₂ emissions	slurry without crust	0.015	kg kg ⁻¹ N
	slurry with crust	0.000	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.006	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.015	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding without mixing	0.030	kg kg ⁻¹ N

Source: IPCC(2006)-10.62 ff; Jarvis and Pain (1994)

Partial emission factor "Spreading"

All types of spreading of slurry and manure applied at present and already known but not yet applied new techniques are considered in the spread sheet.

NH₃ emission factors for Germany were derived from experimental data according to Döhler et al. (2002), and relate to a mean temperature of 15 °C. They are listed in Table 5.5 to Table 5.8 for those cases for which Germany can provide activity data.

The emission factors for leachate from pig production ("Jauche") (broadcasting) are 20 % for arable land and 30 % for grassland.

Leachate is assumed to be broadcast in equal quantities on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate to TAN.

Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“

Die Rechenmappen umfassen alle Arten der Ausbringung sowie bekannte, aber noch nicht umgesetzte neue Varianten.

Die NH₃-Emissionsfaktoren für Deutschland sind aus Döhler et al. (2002) entnommen. Sie beziehen sich auf eine mittlere Temperatur von 15 °C.

Aufgeführt sind in Table 5.5 bis Table 5.8 nur die Faktoren, für die auch Aktivitätsdaten vorliegen.

Als Emissionsfaktoren für Jauche aus der Schweine-Haltung (Ausbringung mit Breitverteiler) werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die Jauche wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung beziehen sich auf TAN.

Table 5.5: Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig *slurry to arable land* (related to TAN)

broad cast	without incorporation (reference)	0.25 kg kg ⁻¹ N		
broad cast	incorporation within 1 h	84	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	64	%	compared
broad cast	incorporation within 6 h	56	%	with reference
broad cast	incorporation within 12 h	36	%	
broad cast	incorporation within 24 h	16	%	
broad cast	incorporation within 48 h	0	%	
broad cast	short vegetation	0	%	
trailing hose	bare soil without incorporation	30	%	
trailing hose	incorporation within 1 h	92	%	
trailing hose	incorporation within 4 h	76	%	
trailing hose	incorporation within 6 h	68	%	
trailing hose	incorporation within 12 h	56	%	
trailing hose	incorporation within 24 h	44	%	
trailing hose	incorporation within 48 h	32	%	
trailing hose	short vegetation	0	%	
trailing hose	vegetation > 0.3 m	50	%	

Source: EMEP (2002)

Table 5.6: Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig *slurry to grassland* (related to TAN)

broad cast	short grass (reference)	0.30 kg kg ⁻¹ N		
trailing hose	short grass	50	%	reduction
trailing hose	vegetation > 0.3 m	50	%	compared
trailing shoe		60	%	with reference
open slot		80	%	

Source: EMEP (2002)

Table 5.7: Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig *manure (FYM) to arable land or grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation	0.80 kg kg ⁻¹ N		
broad cast	incorporation within 1 h	90	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	50	%	compared
broad cast	incorporation within 24 h	0	%	with reference
broad cast	incorporation within 48 h	0	%	

Source: EMEP (2002)

Table 5.8: Pigs, partial emission factors for ammonia losses from application of pig *leachate ("Jauche") to arable land or grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation (reference)	0.20 kg kg ⁻¹ N		
broad cast	incorporation within 1 h	90	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	65	%	compared
broad cast	incorporation within 24 h	10	%	with reference
trailing hose	bare soil	10	%	

Source: EMEP (2002)

Uncertainty of emission factors

Special uncertainties for NH₃ emissions from pig husbandry are not given in EMEP (2002)-B1090-19. Thus the general uncertainty of about 30 % is likely. For the oxidised species, the order of magnitude is likely to be correct.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unsicherheiten für Schweine und NH₃ werden in EMEP (2002)-B1090-19 nicht gesondert betrachtet. Es gilt die „normale“ Unsicherheit von 30 %. Für die oxidierten Spezies dürfte die Größenordnung richtig sein.

5.3 Sows / Sauen

The category "sows" covers all subcategories of sows for breeding irrespective of their age and weight. The calculation of energy and feed requirements considers the number of suckler pigs.

Within UNECE reporting, sows formed a separate subcategory within NFR 4B8.

According to the key source analysis performed for NIR 2005, pigs were a key source for methane from manure management with respect to both level and trend.

According to NIR 2008, pigs are no longer a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a key source. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

All pig subcategories (with the exception of boars) are treated as key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.9.

Die Kategorie „Sauen“ umfasst alle Unterkategorien von Zuchtsauen unabhängig von ihrem Alter und Gewicht. Bei den Berechnungen zum Energie- und Futterbedarf werden die Saugferkel jeweils mit berücksichtigt.

Innerhalb der Berichterstattung nach UNECE bildeten Sauen eine eigene Unterkategorie innerhalb von NFR 4B8.

Nach der für 2005 durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse (NIR 2005) waren Schweine insgesamt eine Hauptquellgruppe für Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Der NIR 2008 zählt Schweine nicht mehr zu den Hauptquellkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte sowohl die Ammoniak- als auch die NMVOC- und die PM₁₀-Emissionen als Hauptquellgruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Alle Schweine-Unterkategorien (mit Ausnahme der Zuchteber) werden als Hauptquellgruppen behandelt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.9 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.9: Sows, calculation procedures applied to sows

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	states	1 a
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	3	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

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:

$$n_{so} = n_R + n_S + n_T + n_U \quad (5.1)$$

where

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.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4). Für das Inventar berechnet sich die Anzahl der Sauen gemäß:

Zur Anzahl der bei einer Sau zu berücksichtigen Saugferkel siehe Kapitel 5.3.2.

Uncertainty of activity data

A verification of animal numbers for pigs in the way described for cattle does not exist. However, it is logic to assume that the uncertainty does not differ from that given for cattle, i.e., few percents.

The change in marginal conditions of German reporting leads to a bias, which for pigs is in the order of magnitude of less than 5 % (cf. Dämmgen, 2005).

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Eine Überprüfungsmöglichkeit der Tierzahlen wie bei den Rindern gibt es für Schweine nicht. Es wird jedoch angenommen, dass der Fehler in der gleichen Größenordnung, d.h. bei wenigen Prozent, liegt.

Der durch Änderung der Randbedingungen der Tierzählung entstandene systematische Fehler liegt bei Schweinen unter 5 % (vgl. Dämmgen, 2005).

5.3.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

Mean weights of sows (190 kg an⁻¹) are constant after 2000, but have, due to lack of better knowledge, to be used also for the period between 1990 and 1999.

In the inventory, animal weight gains are not considered for sows.

Die mittleren Gewichte von Sauen (190 kg an⁻¹) gelten für die Zeit nach 2000, müssen mangels besserer Kenntnis aber auch für die davor liegenden Jahre ab 1990 verwendet werden.

Für das Inventar werden Gewichtszunahmen in diesem Lebensabschnitt nicht berücksichtigt.

5.3.2 Energy requirements / Energiebedarf

The daily metabolisable energy requirements for empty sows and during gravidity are provided in Table 5.10 (see also KTBL, 2006 b, pg. 519). The data refer to sows with their piglets up to a final piglet weight of 8.5 kg an⁻¹.

Der tägliche Bedarf an metabolisierbarer Energie für leere und tragende Sauen ist in Table 5.10 wiedergegeben (vgl. auch KTBL, 2006 b, S. 519). Die Angaben beziehen sich auf Sauen mit ihren Saugferkeln bis zu einem Gewicht von 8,5 kg an⁻¹.

Table 5.10: Sows, energy requirements of sows as function of stage and number of piglets raised (expert data, GfE 1987)

Period	Duration in d	Number of piglets raised per sow	Energy requirement MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME
Gravidity phase 1	84		25
phase 2	30		29
Lactating	25	8	56
		10	67
		12	77
Weaning to covering	27		29
Total	166		

Energy requirements for lactating sows are deduced from Table 5.10 and transformed into a steady function:

Der Energiebedarf laktierender Sauen, der in Table 5.10 angegeben ist, wird in eine stetige Funktion umgewandelt:

$$ME_l = a + b \cdot n_{\text{piglet}} \quad (5.2)$$

where

ME_l	metabolisable energy for lactation (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
a	constant ($a = 10.0 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
b	constant ($b = 6.0 \text{ MJ an}^{-1} \text{ piglet}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
n_{piglet}	number of piglets raised per birth (in piglets)

The number of births per year n_{birth} is assumed constant with 2.2 a^{-1} (KTBL, 2007, pg. 518: between 2.0 and 2.5, good practice 2.3). The number of piglets raised per year and thus per birth varies with time and region. The information available is compiled in Table 5.11.

Piglets are calculated to have final weights of 8.5 kg a^{-1} , as data on weaning age or weight are not available.

Die Anzahl der Reproduktionszyklen n_{birth} wird mit 2,2 Würfen pro Sau und Jahr angenommen (KTBL, 2007, S. 518: Spanne 2,0 bis 2,5, gute Praxis 2,3). Die Zahl der aufgezogenen Ferkel und damit auch pro Geburt variiert sowohl örtlich als auch mit der Zeit. Die verfügbaren Informationen sind in Table 5.11 zusammengefasst.

Daten über das Absetzalter oder –gewicht sind nicht verfügbar. Der Energiebedarf der Sau wird daher für Ferkel, die mit $8,5 \text{ kg a}^{-1}$ abgesetzt werden, berechnet.

Table 5.11: Sows, number of piglets raised per birth (primary statistical information)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW									19.2	19.1	18.2	18.67	18.90	17.89		20.0	20.5	
BY	18.0	18.0	17.7	17.6	17.8	18.5	17.6	18.4	19.6	19.6	19.6	19.4	19.6	23.2		20.4	19.9	
BB							17.8	18.2	18.9	19.5	19.7		20.3	20.8	20.8	21.7	22.2	
HE	17.0	17.1	16.6	16.9	17.1	17.1	16.9	17.9	18.0	18.6	18.5		19.1	19.0	19.9	21.1	21.6	21.2
MV								19.1	19.6	20.8	21.1		21.3					23.29
NI	18.9	18.9	18.9	18.7	18.5	18.7	18.4	18.9	19.3	19.5	19.7		19.6	20.3	20.6	21.3	21.4	
NW	19.0	17.8	18.4	18.9	19.0	18.9	19.1	19.7	20.1	20.2	20.3	20.4	20.3	20.3	21.8	22.1		
RP	17.2	17.3	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.9	18.0	18.2	18.5		18.4	19.1	19.0	10.0		
SL	17.2	17.3	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.9	18.0	18.2	18.5		18.4					
SN				17.8	18.4	18.7	18.64	19.18	19.88	20.41	20.45	20.56	20.67	21.04	21.40	21.49	22.38	
ST								18.5	18.5	19.9	19.8	19.6	20.66	20.52	21.01	21.46	22.00	22.26
SH		18.8	18.6	18.4	18.7	19.0	18.8	19.3	19.7	19.8	20.1		20.3	20.7	21.6	22.6		
TH							18.3	19.0	20.1	20.45	21.23	20.43	21.25	20.78	21.66	22.19	22.72	
StSt																		
Germany		18.5	18.5				19.1	19.1				19.8	19.8					

Sources: ZDS, various years; HMULV (2005, 2006, 2007, 2008), LfL (2004e, 2006); LKV-ST (2005, 2006, 2007); LSZ (2007, 2008); MLUR (2002); MLUV-BB (2005, 2006, 2007); NMELF, various years; Segger (2005a); SMUL (2000, 2002, 2007); ThMLNU (2002, 2003, 2005, 2006, 2007)

Numbers of piglets - data gap closure

Small gaps (single missing data) as the missing data for 2001 are closed by linear interpolation. Missing data at the end of a time series are replaced by the data reported for the latest year available.

Larger gaps occurring including 2004 in the Federal States with the exception of Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen and Thüringen are closed as follows:

Based on an annual national mean determined from the data available in Table 5.11, the data in Table 5.11 were converted in fractions. These fractions were averaged over all years for each Federal State, yielding the factor listed in Table 5.12. Multiplying this factor to the calculated annual national mean lead to the piglet numbers used in the inventory.

Ferkelzahlen - Schließen der Datenlücken

Kleine Lücken (einzelne fehlende Werte) wie die fehlenden Werte für 2001 werden durch lineare Interpolation ersetzt. Fehlende Werte am Ende einer Zahlenreihe werden durch Fortschreiben des letzten jeweils berichteten Wertes ersetzt.

Für größere Lücken bis 2004 einschließlich in den Bundesländern mit Ausnahme von Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen wurde das Verhältnis der bekannten Ferkelzahlen zum jährlichen Bundesdurchschnitt bestimmt. Letzterer wurde dafür durchgängig als Mittelwert der in Table 5.11 verfügbaren Daten eines Jahres berechnet. Die Verhältniszahlen wurden je Bundesland über alle Jahre gemittelt, s. Table 5.12. Das Produkt aus diesem Faktor und dem berechneten Bundesdurchschnitt ergab die ins Inventar eingehenden Ferkelzahlen.

Table 5.12: Sows, piglets raised per sow. Correction factors for data gap closing for Federal States in former West Germany.

	Factor
Baden-Württemberg	0.970
Bayern	0.993
Hessen	0.977
Niedersachsen	1.024
Nordrhein-Westfalen	1.037
Rheinland-Pfalz	0.955
Saarland	0.955
Schleswig-Holstein	1.033

For the Federal States of Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen, the number of piglets raised 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, Bodenstern).

Again, for the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

In den Bundesländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen betrug die Zahl der Ferkel pro Sau und Jahr 1990 17,0. Ein linearer Anstieg von 1990 bis zum jeweils ersten berichteten Jahr ist nach Expertenschätzung realistisch (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstern).

Auch hier werden für die Stadtstaaten bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

5.3.3 Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften

The components of a typical feed are listed Table 5.13.

The feed composition in the New Länder in the years after the German unification did not differ in principle from that listed in Table 5.13 (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstern).

Digestibility X_{DE} and metabolisability X_{ME} of the feed can be derived from the data in Table 5.13 by relating the respective specific energies (η_{DE} , η_{ME}) to the specific gross energy (η_{GE}).

Die Bestandteile eines typischen Futters gehen aus Table 5.13 hervor.

In den neuen Bundesländern unterscheid sich auch unmittelbar nach der Wende das Futter nicht von dem in Table 5.13 angegebenen (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstern).

Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit des Futters entsprechen den Verhältnissen der in Table 5.13 gegebenen spezifischen Energien (η_{DE} , η_{ME}) zur spezifischen Gesamtenergie (η_{GE}).

Table 5.13: Sows, diets used in sow feeding and related specific energies (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to DM) and nitrogen contents (x_N).

Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy contents according to Beyer et al. (2004) and LfL (2004)

Feed type		major components	η_{GE} in MJ kg ⁻¹	η_{DE} in MJ kg ⁻¹	η_{ME} in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
sows A	empty, lactating	wheat bran, wheat, barley, triticale, peas, soybean meal	16.3	13.5	13.0	0.0270
sows B	Gestating	wheat bran, wheat, barley, triticale, sunflower meal, soybean meal	16.2	12.7	12.0	0.0226

The daily gross energy sows take in with the feed is calculated as follows (GfE, 1987):

Die von Sauen mit dem Futter täglich aufgenommene Gesamtenergie berechnet sich wie folgt (GfE, 1987):

$$GE_{\text{sow}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \left(\frac{ME_{\text{empty}} \cdot \tau_{\text{empty}}}{X_{\text{ME, empty}}} + \frac{ME_{\text{grav, 1}} \cdot \tau_{\text{grav, 1}}}{X_{\text{ME, grav, 1}}} + \frac{ME_{\text{grav, 2}} \cdot \tau_{\text{grav, 2}}}{X_{\text{ME, grav, 2}}} + \frac{ME_1 \cdot \tau_1}{X_{\text{ME, 1}}} \right) \cdot n_{\text{birth}} \quad (5.3)$$

where

GE_{sow}	gross energy demand of a sow (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
α	time units conversion factor (365 d a ⁻¹)
ME_{empty}	metabolisable energy demand between weaning and covering (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
τ_{empty}	time between weaning and covering (in d)
$X_{\text{ME, empty}}$	metabolisability of feed between weaning and covering (MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{grav, 1}}$	metabolisable energy during gravidity phase 1 (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\tau_{\text{grav, 1}}$	duration of gravidity phase 1 (in d)
$X_{\text{ME, grav, 1}}$	metabolisability of feed during gravidity phase 1 (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{grav, 2}}$	metabolisable energy during gravidity phase 2 (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\tau_{\text{grav, 2}}$	duration of gravidity phase 2 (in d)
$X_{\text{ME, grav, 2}}$	metabolisability of feed during gravidity phase 2 (in MJ MJ ⁻¹)
ME_1	metabolisable energy demand during lactation (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
τ_1	duration of lactation period (in d)
$X_{\text{ME, 1}}$	metabolisability of feed during lactation (in MJ MJ ⁻¹)
n_{birth}	number of births per year (in a ⁻¹ , see Chapter 5.3.2)

5.3.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent, sow}} = \frac{GE_{\text{sow}} \cdot x_{\text{CH}_4} \cdot \alpha}{\eta_{\text{CH}_4}} \quad (5.4)$$

where

$EF_{\text{CH}_4, \text{ent, sow}}$	emission factor for sows (in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_{sow}	daily gross energy intake by a sow (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ , see Chapter 5.3.3)
x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{\text{CH}_4} = 0.006 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

(s. Chapter 3.3.2) also requires the methane conversion rate x_{CH_4} . The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ⁻¹ is given in IPCC(1996)-3-4.35. (IPCC(2006) does not provide a methane conversion rate for pigs.)

(s. Kapitel 3.3.2) wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH_4} benötigt. Der Wert von 0,006 MJ MJ⁻¹ ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen. (Ein entsprechender Faktor wird in IPCC(2006) nicht bereitgestellt.)

Uncertainty of emission factors

The uncertainty of the number of piglets per sow is unknown.

GfE (1987) does not make any statement about the uncertainty of the method to derive both energy balance and feed.

IPCC(1996)-3-4.35 fails to give details on the uncertainty of the methane conversion factor. The statement given for cattle ("rule of thumb") is assumed to be valid for pigs as well.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die Ferkelzahlen pro Sau sind keine Fehlerschätzungen verfügbar.

GfE (1987) macht keine Angaben über die Unsicherheit der Berechnung des Energiehaushalts und der Futtermenge.

IPCC (1996)-3-4.35 macht keine Angaben zur Unsicherheit des Methan-Konversionsfaktors. Die für Rinder beschriebene Angabe „Anhaltswert“ („rule of thumb“) wird auch auf Schweine übertragen.

5.3.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

5.3.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of volatile solids (VS) excreted were calculated according to the information provided in Chapter 3.4.3 taking the number of piglets into account. The ash content is taken to be 0.02 kg kg⁻¹.

Die Mengen ausgeschiedener „volatile solids“ (VS) werden nach den in Kapitel 3.4.3 gemachten grundsätzlichen Angaben unter Berücksichtigung der Anzahl der Ferkel berechnet. Der Aschegehalt wird mit 0,02 kg kg⁻¹ angesetzt.

5.3.5.2 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

In German livestock husbandry, slurry storage in lagoons does not occur. Dry lot systems are not used, nor is manure burned for fuel. Other manure management systems are not in use. The share of slurry fermented for bio-gas production is yet unknown in 2006.

The frequency distribution of the various storage systems is calculated for each district using RAUMIS (for details see Chapter 16.2).

In der Schweinehaltung in Deutschland sind die Lagerungsformen „lagoon“, „dry lot“ und „burned for fuel“ nicht üblich. Andere Lagerungsformen existieren nicht. Der Anteil vergorener Gülle (Biogas-Gülle) ist 2006 noch nicht bekannt.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS für jeden Landkreis berechnet (zu Einzelheiten siehe Kapitel 16.2).

5.3.5.3 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

In bedded systems this inventory takes straw as additional source of CH₄ into account. Straw is treated in the same way as described for cattle. For details and the amount of straw used see Table 5.14.

In eingestreuten Systemen berücksichtigt das Inventar Stroh als zusätzliche CH₄-Quelle. Stroh wird dabei wie in der Rinderhaltung behandelt, siehe Table 5.14, in der auch die eingesetzte Strohmenge angegeben ist.

Table 5.14: Amounts of straw per sow place used in German piglet production systems

Animal house type			
all straw based systems		0.175	kg pl ⁻¹ d ⁻¹ straw
straw properties	dry matter content of straw	0.86	kg kg ⁻¹
	N in dry matter	0.0050	kg kg ⁻¹ N
	of which TAN	50	%

Source: KTBL (2006 a)

5.3.5.4 Maximum methane producing capacities (B_0) and methane conversion factors / Methan-Freisetzungs-kapazitäten (B_0) und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors MCF and methane producing capacity B_0 are listed in Table 5.15).

Die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF und die Methan-Bildungskapazität B_0 sind in Table 5.15 aufgelistet.

Table 5.15: Sows, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used in the German inventory

B_0	0.45	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
MCF liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹ C
MCF solid storage	0.02	kg kg ⁻¹ C
MCF deep litter	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹ C
MCF pasture/range	0.01	kg kg ⁻¹ C

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

5.3.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.1.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.1 angegeben.

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 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

N excretions of sows are calculated in this inventory as a function of the number of piglets raised and the feed (normal or N reduced). Piglets are assumed to wean with 8.5 kg. Based on data from DLG (2005), pg. 41 f, the excretion of one sow is determined as follows:

N-Ausscheidungen von Sauen werden in diesem Inventar als Funktion der Ferkelzahl und der Fütterung (normal oder NP-reduziert) berechnet. Saugferkel werden mit 8,5 kg abgesetzt. Basierend auf Daten von DLG (2005), S. 41 f, ergibt sich die Ausscheidung einer Sau mit Ferkeln zu:

$$m_{\text{excr}} = (m_{0, \text{excr, standard}} + n_{\text{piglets}} \cdot f_{\text{piglet}}) \cdot (1 - x_{\text{reduced}}) + (m_{0, \text{excr, reduced}} + n_{\text{piglets}} \cdot f_{\text{piglet}}) \cdot x_{\text{reduced}} \quad (5.5)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{0, \text{excr, standard}}$	intercept, amount of nitrogen excreted without piglets, standard feed ($m_{0, \text{excr, standard}} = 25.2 \text{ kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
n_{piglets}	number of piglets raised per year (in $\text{piglet pl}^{-1} \text{a}^{-1}$, see Chapter 5.3.2)
f_{piglet}	slope, excretion related to piglets ($f_{\text{piglet}} = 0.05 \text{ kg piglet}^{-1} \text{N}$)
x_{reduced}	share of population fed with a N/P reduced diet (in pl pl^{-1})
$m_{0, \text{excr, reduced}}$	intercept, amount of nitrogen excreted without piglets, N reduced feed ($m_{0, \text{excr, standard}} = 23.6 \text{ kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

The TAN content of excreta is 72 % of total N excreted (expert judgement Böhme, FAL-TE).

Der TAN-Gehalt x_{TAN} der Ausscheidungen liegt bei 72 % des Gesamt-N (Berechnungen Böhme, FAL-TE).

5.3.7.2 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh

The amount of straw used as bedding material is less than $0.2 \text{ kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$. Relevant straw properties are listed in Table 5.14.

Straw based system receive about $270 \text{ g pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$ with the bedding material.

Die als Einstreu verwendete Strohmenge liegt bei weniger als $0,2 \text{ kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$. Die Eigenschaften von Stroh sind in Table 5.14 zusammengestellt.

Eingestreute Systeme erhalten durch Stroh etwa $270 \text{ g pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$.

5.3.7.3 Partial emission factors “housing” / Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“

Partial emission factors “housing” for sows can be extracted from Table 5.16. They are based on the assumption that $6 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ are released from a total excretion of $36 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (Döhler et al., 2002, pg. A9). If excretions are less, the relative losses remain constant.

German data do not allow for a differentiation between slurry and straw based systems yet.

Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“ für die Sauenhaltung gehen aus Table 5.16 hervor. Sie beruhen auf der Information, dass $6 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ freigesetzt werden bei einer angenommenen Gesamtausscheidung von $36 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (Döhler et al., 2002, S. A9). Bei Verwendung niedrigerer N-Ausscheidungen bleibt der relative Verlust gleich.

Die deutschen Daten lassen bei der Sauenhaltung keine Unterscheidung zwischen gülle- und strohbasierten Systemen zu.

Table 5.16: Sows, partial emission factors for $\text{NH}_3\text{-N}$ from housing (related to TAN)

		EF_{house} in $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$
slurry based	all systems	0.239
straw based	all systems	0.239

Source: Döhler et al. (2002)

5.3.7.4 Partial emission factors “storage” for NH_3 , N_2O , NO and N_2 and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2 und „Ausbringung“

These emission factors are the same for all subcategories. They are listed in Chapter 5.2.2.

Die Emissionsfaktoren sind für alle Unterkategorien gleich. Sie sind in Kapitel 5.2.2 zusammengestellt.

5.3.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

5.3.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.3.5.2.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 5.3.5.2 entnommen

5.3.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 5.17 (EMEP(2006) B1010).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 5.17 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 5.17: Sows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10} $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$	Emission factor for $\text{PM}_{2.5}$ $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$
Sows	solid	0.58	0.094
	slurry	0.45	0.073

Source: EMEP(2007)-B1010-5

5.3.9 *Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen*

Table 5.18: Sows, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.09	EM1009.59
		CH ₄ manure management	EM1005.09	
		NM VOC	EM1005.40	
		NH ₃	EM1009.09	
		N ₂ O	EM1009.57	
		NO	EM1009.137	
		PM ₁₀	EM1010.09	
		PM _{2.5}	EM1010.29	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.09	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.09	
		CH ₄ manure management	IEF1005.09	
		NM VOC	IEF1005.37	
		NH ₃	IEF1009.08	
		N ₂ O	IEF1009.35	
		NO	IEF1009.62	
		PM ₁₀	IEF1010.08	
		PM _{2.5}	IEF1010.25	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.01	AI1005PSH.17

5.4 Weaners / Aufzuchtferkel

Weaners are young pigs between weaning and the begin of fattening.

According to the key source analysis performed for NIR 2005, pigs were a key source for methane from manure management with respect to both level and trend.

According to NIR 2008, pigs are no longer a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a keysource. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

All pig subcategories (with the exception of boars) are treated as key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.19.

Aufzuchtferkel sind die jungen Schweine nach dem Absetzen von der Sau bis zum Beginn der Mast.

Nach der für 2005 durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse (NIR 2005) waren Schweine insgesamt eine Hauptquellgruppe für Methan aus dem Wirtschaftdünger-Management.

Der NIR 2008 zählt Schweine nicht mehr zu den Hauptquellkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte sowohl die Ammoniak- als auch die NMVOC- und die PM₁₀-Emissionen als Hauptquellgruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Alle Schweine-Unterkategorien (mit Ausnahme der Zuchteber) werden als Hauptquellgruppen behandelt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.19 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.19: Weaners, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	States	1 a
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	3	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

5.4.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.4.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4).

German statistics provide the total number of piglets, which includes both suckler pigs and weaners. The share of weaners is calculated from the number of days which the animals spend in the respective phase of life:

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4).

In der deutschen Statistik schließt die Zahl der Ferkel die der Saugferkel und Aufzuchtferkel ein. Der Anteil der Aufzuchtferkel an der Gesamtzahl wird anhand der Zahl der Tage berechnet, die der jeweilige Lebensabschnitt umfasst:

$$n_{we} = n_M \cdot \frac{\tau_{we}}{\tau_{piglet} + \tau_{we}} \quad (5.6)$$

where

n_{we}	number of weaners
n_M	number of piglets in German census (see Table 5.1)
τ_{we}	duration of weaner production ($\tau_{we} = 48$ d, KTBL 2004, pg. 466)
τ_{piglet}	time span piglets spend with the sow ($\tau_{piglet} = 25$ d, see Table 5.10)

Uncertainty of activity data

The uncertainty in the census based animal numbers is between 4 and 5 %. The additional uncertainty due to the splitting of piglet numbers in order to obtain weaner numbers is assumed to be of the same magnitude.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der Tierzahlen in der amtlichen Statistik beträgt etwa 4 bis 5 %. Die zusätzliche Unsicherheit durch die Berechnung der Zahl der Aufzuchtferkel dürfte in der gleichen Größenordnung liegen.

5.4.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The number of animal rounds per year is about 7 cy, which is consistent with about 45 days of feeding with a daily weight gain of 400 to 450 g an⁻¹ d⁻¹ and a cleansing period of about 8 d ro⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 465)

Weight gain is a function of time and weight. The relation used in this calculation is depicted in Figure 5.1. As variable weight gain and constant weight gain do not yield different results for the relevant weights, a constant weight gain is assumed for the calculation.

The final weights of this phase are listed in Table 5.20.

Die Zahl der Durchgänge pro Jahr beträgt etwa 7 cy. Dies stimmt überein mit etwa 45 Tagen Mast bei einer Gewichtszunahme von 400 bis 450 g an⁻¹ d⁻¹ und einer Dauer von etwa 8 d ro⁻¹ für das Säubern der Ställe (KTBL, 2004, S. 465).

Die Gewichtszunahme ist eine Funktion der Zeit bzw. des Gewichts, siehe Figure 5.1. Da variable und konstante Gewichtszunahme im betrachteten Gewichtsbereich nicht zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wird mit konstanter Gewichtszunahme gerechnet.

Die Endgewichte für diesen Lebensabschnitt sind in Table 5.20 aufgeführt.

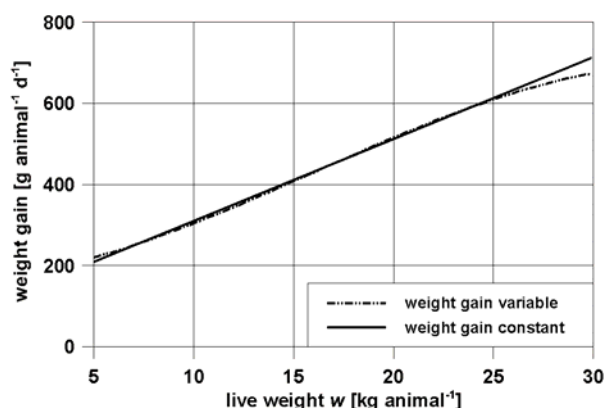


Figure 5.1: Weaners, weight gain as a function of weight according to LfL (2004c)

Table 5.20: Weaners, weight at beginning of the fattening period (in kg an⁻¹) (primary statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
BW	28	28	28	28	29	29	30	29	29.3		29.9		29.5		30	30	31	
BY	27	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29.4	29.6	29.8	28.3				30.4
BB								27	27	27	27	27	27					28
HE	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30					30
MV								28	27	27	27	27	27					28.8
NI	25.5	26	26	27	28	28.5	28.5	28.5	28.5	29	29	29	28.5	30	30	30	30	
NW	24	24	25	26	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29.1	
RP	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31	32	23.3	33.5	
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
ST																		
SH	25	25	26	26	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29.5	29.8	
TH							28	27	28	28	28	27	27					30.5
StSt																		

Germany

Sources: ZDS, various years; LKV (2003); LSZ (2007); ThLMNU 2002, Scholz & Zacharias (2008)

Data gap closure

For the New Länder and 1990, 35 kg an⁻¹ was assumed as a standardised final weight (the beginning of fattening).

After 1991, the data sets for Hessen are used to replace missing values in the New Länder, until they published their own data (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

Missing data for Sachsen-Anhalt are replaced by those of Thüringen, as the agreement between carcass weights is best. The occasional data for Sachsen-Anhalt originate from Iden experimental farm and are not representative of the situation in the whole Federal State.

Schließen der Datenlücken

Für die Neuen Länder und 1990 wurden einheitlich 35 kg an⁻¹ als Endgewicht (für den Anfang der Mast) angenommen.

Von 1991 an bis zur Verfügbarkeit eigener Werte werden die Daten für Hessen für alle Neuen Bundesländer übernommen (Expertenurteil Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

Fehlende Daten für Sachsen-Anhalt werden durch Daten aus Thüringen ersetzt, da hier die Übereinstimmung der Schlachtkörpergewichte am größten ist. Vereinzelte Daten aus Sachsen-Anhalt stammen aus dem Musterbetrieb Iden und werden als nicht repräsentativ angesehen.

5.4.2 Energy requirements / Energiebedarf

GfE (1987) gives recommendations for the energy requirements of weaners which are listed in Table 5.21.

GfE (1987) gibt Empfehlungen für den Energiebedarf von Aufzuchtferkeln, wie sie in Table 5.21 aufgeführt sind.

Table 5.21: Weaners, metabolisable energy *ME* as function of animal weight and weight gain (in MJ an⁻¹ d⁻¹)

weight gain Δw in g an ⁻¹ d ⁻¹	7.5	12.5	17.5	22.5
100	2.6			
200	4.3	5.2	6.0	
300	6.0	7.1	8.0	9.0
400		8.9	10.0	11.2
500			12.0	13.3
600				15.5

Source: GfE (1987)

For weight gains of 200, 300, 400 and 500 g an⁻¹ d⁻¹, the data in Table 5.21 was converted into steady functions as shown in Figure 5.2.

Die hier angegebenen Werte (Table 5.21) werden für Gewichtszunahmen von 200, 300, 400 und 500 g an⁻¹ d⁻¹ in stetige Funktionen umgewandelt (siehe Figure 5.2).

$$ME_{\Delta w} = a_{\Delta w} + b_{\Delta w} \cdot w \quad (5.7)$$

where

$ME_{\Delta w}$	metabolisable energy for live weight gain Δw
$a_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 200 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($a_{\Delta w} = 3.024 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 300 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($a_{\Delta w} = 4.555 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 400 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($a_{\Delta w} = 6.008 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 500 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($a_{\Delta w} = 7.450 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$b_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 300 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($b_{\Delta w} = 0.170 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 400 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($b_{\Delta w} = 0.198 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 500 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($b_{\Delta w} = 0.230 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 600 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($b_{\Delta w} = 0.260 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
w	animal weight (in kg an ⁻¹)

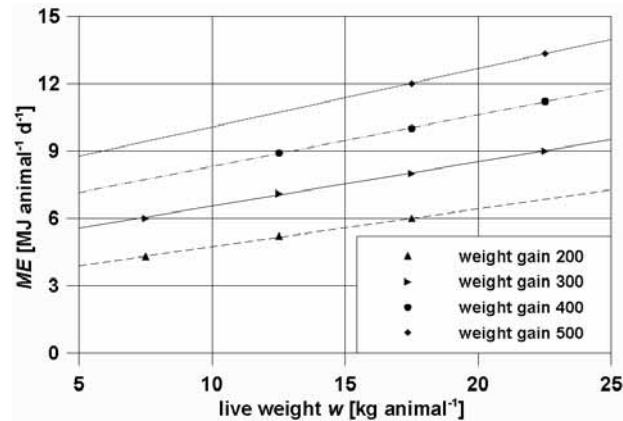


Figure 5.2: Weaners, ME requirements as a function of live weight (for weight gains of 200, 300, 400 and 500 g an⁻¹ d⁻¹).

A single steady function was derived which relates cumulative energy requirements to both weight and weight gain:

Hieraus wurde eine stetige Funktion abgeleitet, die die kumulierte umsetzbare Energie als Funktion von Gewicht und Gewichtszunahme beschreibt:

$$\Sigma ME_w = \Sigma ME_{w,200} + \frac{\Sigma ME_{w,500} - \Sigma ME_{w,200}}{s_{\Delta w}} \cdot (\Delta w - \Delta w_{200}) \quad (5.8)$$

where

ΣME_w	cumulative metabolisable energy for a given weight above 5 kg an ⁻¹ and a given weight gain Δw between 200 and 600 g an ⁻¹ d ⁻¹ (in MJ an ⁻¹)
$\Sigma ME_{w,200}$	cumulative metabolisable energy for a weight gain of 200 g an ⁻¹ d ⁻¹ (in MJ an ⁻¹)
$\Sigma ME_{w,500}$	cumulative metabolisable energy for a weight gain of 500 g an ⁻¹ d ⁻¹ (in MJ an ⁻¹)
$s_{\Delta w}$	difference between upper and lower weight gain margin ($s_{\Delta w} = 300$ g an ⁻¹ d ⁻¹)
Δw	actual weight gain in (g an ⁻¹ d ⁻¹)
Δw_{200}	lower marginal weight gain ($\Delta w_{200} = 200$ g an ⁻¹ d ⁻¹)

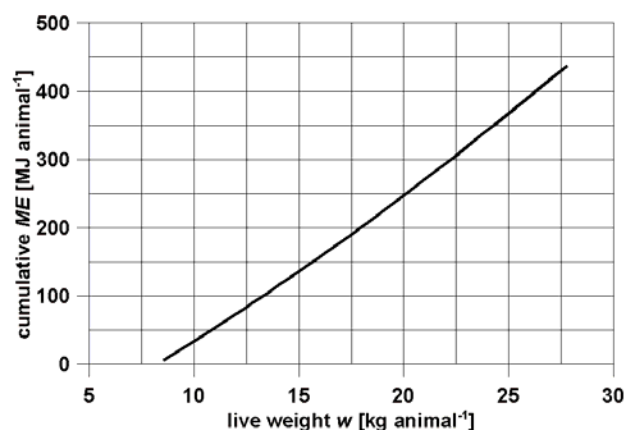


Figure 5.3: Weaners, cumulative ME as a function of live weight above 8.5 kg an⁻¹

The typical overall demand on ME is shown in Figure 5.3.

The equation relating the overall cumulative

Der typische Gesamtbedarf an ME ist in Figure 5.3 wiedergegeben.

Die entsprechende Gleichung, die die Ge-

metabolisable energy for a given final weight is given below:

$$\Sigma ME_w = a + b \cdot w_{fin} + c \cdot w_{fin}^2 \quad (5.9)$$

where

ΣME_w	cumulative metabolisable energy for a given weight above 8.5 kg an ⁻¹ and a typical weight gain Δw as shown in Figure 5.1 (in MJ an ⁻¹)
a	constant ($a = -82.72$ MJ an ⁻¹)
b	constant ($b = 16.39$ MJ kg ⁻¹)
c	constant ($c = 0.168$ MJ an kg ⁻²)
w_{fin}	final weight (in kg an ⁻¹)

5.4.3 Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften

5.4.3.1 Phase feeding / Phasenfütterung

Weaners are normally fed in two phases. The second phase commences when they weigh 12 kg an⁻¹. The diet composition and its energy contents are listed in Table 5.22.

Aufzuchtferkel werden in zwei Phasen gefüttert. Die zweite Phase beginnt bei einem Gewicht von 12 kg an⁻¹. Die Futterzusammensetzung und die Energiegehalte sind in Table 5.22 aufgeführt.

5.4.3.2 Feed properties / Futtereigenschaften

The components of a typical feed are listed in Table 5.22.

The feed composition in the New Länder in the years after the German unification did not differ in principle from that listed in Table 5.22 (expert judgement Schnabel, Rönsch, Boden-stein).

Digestibility X_{DE} and metabolisability X_{ME} of the feed can be derived from the data in Table 5.22 by relating the respective specific energies (η_{DE} , η_{ME}) to the specific gross energy (η_{GE}).

Die Bestandteile eines typischen Futters gehen Table 5.22 aus hervor.

In den neuen Bundesländern unterscheid sich auch unmittelbar nach der Wende das Futter nicht von dem in Table 5.22 angegebenen (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Boden-stein).

Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit des Futters entsprechen den Verhältnissen der in Table 5.22 gegebenen spezifischen Energien (η_{DE} , η_{ME}) zur spezifischen Gesamtenergie (η_{GE}).

Table 5.22: Weaners, diets used, related specific energies (related to *DM*), and nitrogen contents (x_N).

Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy contents according to Beyer et al. (2004) and LfL (2004)

Feed type	Range in kg an ⁻¹	major components	η_{GE} in MJ kg ⁻¹	η_{DE} in MJ kg ⁻¹	η_{ME} in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
weaners A	8 to 12	wheat, barley, soybeans and soybean meal, maize	17.1	14.5	14.0	0.0258
weaners B	12 to 30	wheat, barley, soybeans (full fat), maize, soybean oil	16.4	14.1	13.8	0.0282

The calculated mean digestibility of the diet is variable and in the order of magnitude of 0.81 MJ MJ⁻¹.

The daily gross energy weaners take in with the feed (GE_{we}) is calculated analogously to the method described in Chapter 5.3.3.

Die berechnete mittlere Verdaulichkeit des Futters ist variabel und beträgt größenordnungs-mäßig 0,81 MJ MJ⁻¹.

Die mit dem Futter aufgenommene tägliche Gesamtenergie GE_{we} wird sinngemäß wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben berechnet.

5.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{CH_4, \text{ent, we}} = \frac{GE_{\text{we}} \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (5.10)$$

where

$EF_{CH_4, \text{ent, we}}$	emission factor for weaners (in $\text{kg a}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)
GE_{we}	gross energy intake for weaners (in $\text{MJ a}^{-1} \text{d}^{-1}$)
x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{CH_4} = 0.006 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{CH}_4$)

(s. Chapter 3.3.2) also requires the methane conversion rate x_{CH_4} . The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ^{-1} is given in IPCC(1996)-3-4.35.

(s. Kapitel 3.3.2) wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH_4} benötigt. Der Wert von $0,006 \text{ MJ MJ}^{-1}$ ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen.

Uncertainty of emission factors

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The uncertainties of the weights and weight gains used to derive emission factors are hitherto unknown.

Für die die Rechnungen bestimmenden tabellierten Gewichte und Gewichtszunahmen sind keine Unsicherheiten bekannt.

GfE (1987) does not mention uncertainties of their energy balance calculations.

GfE (1987) macht keine Angaben zur Unsicherheit der Energiebedarfsrechnungen.

The deviation of feeding practices in reality from the standard assumptions used in the calculations is unknown.

Die Abweichungen der tatsächlichen Fütterung von den zur Berechnung verwendeten Standardannahmen sind nicht bekannt.

5.4.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

5.4.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of volatile solids (VS) excreted were calculated according to the information provided in Chapter 3.4.3 taking initial and (variable) final weights as well as mean weight gains into account. The ash content is taken to be 0.02 kg kg^{-1} .

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden nach Kapitel 3.4.3 über Anfangs- und Endgewicht und Leistung (mittlere Gewichtszunahme) sowie die Fütterung berechnet. Der Aschegehalt wird mit $0,02 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt.

5.4.5.2 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

At present, the frequency distribution of manure management systems for weaners assumed to equal that for fattening pigs. This is calculated by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Für Aufzuchtferkel werden die Häufigkeiten der Haltungsverfahren vorläufig denen von Mastschweinen gleichgesetzt. Diese werden mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 16.2).

5.4.5.3 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

Straw inputs as listed in Table 5.23 is taken into account.

Stroh-Einträge werden, wie in Table 5.23 angegeben, berücksichtigt.

Table 5.23: Weaners, amounts of straw used in German weaner houses

Animal house type			
closed insulated stables	deep litter	0.35	kg pl ⁻¹ d ⁻¹ straw
	partly slatted floor ("zweiflächenbucht")	0.20	kg pl ⁻¹ d ⁻¹ straw
ventilated house	kennel house	0.10	kg pl ⁻¹ d ⁻¹ straw

Source: KTBL (2006a), pg. 421, 437

5.4.5.4 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungs-kapazitäten (B_0) und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors MCF and methane producing capacity B_0 are listed in Table 5.24.

Die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF und die Methan-Bildungskapazität B_0 sind in Table 5.24 angegeben.

Table 5.24: Weaners, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used in the German inventory

B_0	0.48	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
MCF liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹ C
MCF solid storage	0.02	kg kg ⁻¹ C

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

5.4.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.1.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.1 angegeben.

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 Nitrogen excretion / Stickstoff-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).

$$m_{\text{excr}} = n_{\text{round}} \cdot (m_{\text{feed}} - \Delta w \cdot x_N) \quad (5.11)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
n_{round}	number of animal rounds (in cy = an pl ⁻¹ a ⁻¹)
m_{feed}	amount of nitrogen taken in with feed (in kg an ⁻¹ N)
Δw	weight gain (in kg an ⁻¹)
x_N	nitrogen content of whole pig ($x_N = 0.026 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

66 % of the N excreted is ammoniacal N (TAN).

66 % der ausgeschiedenen N-Menge liegen als reduziertes N (TAN) vor.

5.4.7.2 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 5.5.5.2).

Die Häufigkeit der Haltungsverfahren, der Lagerungsverfahren und der Ausbringungsverfahren entspricht der von Mastschweinen (siehe 5.5.5.2).

5.4.7.3 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh

For straw-based systems the amount of N in-out with the bedding material is taken into account.

The amount of bedding material is given in Table 5.23. For straw properties see Table 5.14. Then N inputs by straw are (50% of which are assumed to be TAN):

deep litter

0.35 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw or 0.55 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

partly slatted floor

0.2 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0.31 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

free ventilated kennel house

0.1 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw or 0.16 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Bei strohbasierten Systemen wird der mit der Einstreumenge verbundene N-Eintrag berücksichtigt.

Die Einstreu-Mengen gehen aus Table 5.23 hervor. Zu den Stroheigenschaften siehe Table 5.14. Es ergeben sich folgende N-Einträge (davon 50% als TAN angesetzt):

Tiefstreu

0,35 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw or 0,55 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Zweiflächenbucht

0,2 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0,31 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Außenklimakistenstall

0,1 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0,16 kg pl⁻¹ a⁻¹ N

5.4.7.4 Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“

All emission factors used for housing relate to TAN. They are summarised in Table 5.25. As they originate in data for fattening pigs, they are discussed in Chapter 5.5.7.2.

Alle partiellen Emissionsfaktoren für die Haltung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 5.25 zusammengestellt. Da sie aus Mastschweine-Daten abgeleitet wurden, wird ihr Zustandekommen in Kapitel 5.5.7.2 erläutert.

Table 5.25: Weaners, partial emission factors for $\text{NH}_3\text{-N}$ from fattening pig houses, also applied to weaner houses (related to TAN)

			EF_{house} in $\text{kg kg}^{-1} \text{N}$
slurry based	insulated stables	fully slatted floors	0.268
		partly slatted floors	0.268
		slatted floor, large groups ("Großgruppe")	0.241
		kennel house	0.196
straw based	closed insulated stables	deep litter	0.384
		not slatted plane floor	0.384
	free ventilated	kennel house	0.243
		deep litter	0.384

Source: EMEP (2002)

5.4.7.5 Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

The partial emission factors for *storage* and *application (spreading)* are the same for all pig sub-categories (see Table 5.5 to Table 5.8).

Die partiellen Emissionsfaktoren für die *Lagerung* und *Ausbringung* sind für alle Schweine gleich (vgl. Table 5.5 bis Table 5.8).

5.4.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

5.4.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.3.5.2.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistssysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen Kapitel 5.3.5.2 entnommen

5.4.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 5.26 (EMEP(2006) B1010).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 5.26 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 5.26: Weaners, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10} $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$	Emission factor for $\text{PM}_{2.5}$ $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$
weaners	solid	n.a.	n.a.
	slurry	0.18	0.029

Source: EMEP(2007)-B1010-5

5.4.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.27: Weaners, related tables in the Tables volume

			from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.10	EM1009.62
		CH ₄ manure management	EM1005.10	
		NM VOC	EM1005.41	
		NH ₃	EM1009.10	
		N ₂ O	EM1009.60	
		NO	EM1009.138	
		PM ₁₀	EM1010.10	
		PM _{2.5}	EM1010.30	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.10	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.10	
		CH ₄ manure management	IEF1005.10	
		NM VOC	IEF1005.38	
		NH ₃	IEF1009.09	
		N ₂ O	IEF1009.36	
		NO	IEF1009.63	
		PM ₁₀	IEF1010.09	
		PM _{2.5}	IEF1010.26	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.18	AI1005PSH.34

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).

According to the key source analysis performed for NIR 2005, pigs were a key source for methane from manure management with respect to both level and trend.

According to NIR 2008, pigs are no longer a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a key source. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

All pig subcategories (with the exception of boars) are treated as key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.28.

Als Mastschweine werden alle Schweine bezeichnet, die in der Endmast von Gewichten ab größenordnungsmäßig 28 kg an⁻¹ bis zur Schlachtreife (ca. 105 bis 120 kg an⁻¹) gehalten werden.

Nach der für 2005 durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse (NIR 2005) waren Schweine insgesamt eine Hauptquellgruppe für Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Der NIR 2008 zählt Schweine nicht mehr zu den Hauptquellkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte sowohl die Ammoniak- als auch die NMVOC- und die PM₁₀-Emissionen als Hauptquellgruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Alle Schweine-Unterkategorien (mit Ausnahme der Zuchteber) werden als Hauptquellgruppen behandelt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.28 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.28: Fattening pigs, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	states	1 a
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	3	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

5.5.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.5.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The relevant animal numbers can be obtained from the statistical data available (StatLA C III 1 –vj 4) according to:

Tierzahlen können aus den statistisch verfügbaren Daten (StatLA C III 1 –vj 4) wie folgt berechnet werden:

$$n_{fp} = n_N + n_O + n_P + n_Q \quad (5.12)$$

where

n_{fp} number of fattening pigs considered
 n_N etc. animal numbers of type N (etc.) in the German census (see Table 5.1)

Uncertainty of activity data

The basic assumption regarding the uncertainty of pig numbers applies also to fattening pigs: the uncertainty is between 4 and 5 %. A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die grundsätzliche Annahme zur Unsicherheit der Tierzahlen von Schweinen trifft auch für Mastschweine zu: Der Fehler der Tierzählung beträgt zwischen 4 und 5 %. Normalverteilung wird angenommen.

5.5.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

German statistics offer carcass weights for each year and each German federal state. Weights of weaners and fattening pigs at the beginning and the end the fattening period can be obtained from pig producers' associations and from the various Federal States (Table 5.29 to Table 5.31).

Die deutsche Schlachtstatistik gibt lediglich die Gewichte nach Schlachtung für jedes Bundesland und jedes Jahr. Gewichte für den Beginn und das Ende der Mastperiode für Mastschweine können von den Schweineproduzenten für verschiedene Bundesländer erhalten werden (Table 5.29 bis Table 5.31).

Table 5.29: 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
BW	28	28	28	28	29	29	30	29	29.3		29.9		29.5		30	30	31	
BY	27	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29.4	29.6	29.8	28.3			30.4	
BB								27	27	27	27	27	27				28	
HE	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30				30	
MV								28	27	27	27	27	27				28.8	
NI	25.5	26	26	27	28	28.5	28.5	28.5	28.5	29	29	29	28.5	30	30	30	30	
NW	24	24	25	26	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29.1	
RP	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31	32	23.3	33.5	
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	
ST																		
SH	25	25	26	26	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29.5	29.8	
TH							28	27	28	28	28	27	27				30.5	
Stadt- staaten																		
Germany																		

Sources: ZDS, various years; LKV, (2003); LSZ (2007); ThLMNU (2002), Scholz & Zacharias (2008)

Table 5.30: 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
BW	106	106	106	109	110	110	112	112	113	114	113	114	116	117	118		119	
BY	105	106	106	108	109	111	111	113	114	115	114.4	114.9	116.0	116.3			118	
BB								115	113	114	113	115	114				115	
HE	107	106	109	112	111	114	114	113	116	116	116	117	119				121	
MV								113	113	115	115	116	117				117	
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	
NW	109	111	112	114	115	117	118	119	119	118	118	119	120	120	120	119.8	119.8	
RP	106	107	107	107	109	110	111	113	114	115	114	114	117	117	118	118	119.1	
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	
ST																		
SH	106	109	110	112	114	117	117	117	117	117	116	117	117	118	118	118.4	119	
TH							113	112	119	113	113	116	115				118	
Stadt- staaten																		
Germany																		

Sources: ZDS, various years; LKV (2003); LSZ (2007); MLUR-BB (2002); Segger (2005b); SLL (2004); SMUL (2002); ThLMNU (2002), Scholz & Zacharias (2008)

Table 5.31: 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
BW	627	627	623	634	638	632	641	643	660	670	671	681	684		688	679	688	
BY	653	656	651	649	653	656	658	664	672	685	684	695	699	697			705	
BB							620	647	647	652	654	671	675			689	704	
HE	651	650	641	647	665	657	661	645	665	675	683	695	695		702	704	715	
MV								656	656	677	676	683	689				749	
NI	647	645	648	656	651	653	671	672	685	693	704	711	702	696	700	717	724	
NW	638	637	641	650	658	664	671	687	704	716	722	728	716	720	721	729	728	
RP	643	648	643	627	645	646	647	656	665	688	707	707	683	693	707	694	721	
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	
ST								676	684	686	681	687	671	687	704	724	721	
SH	634	641	647	651	666	675	688	697	708	726	732	738	740	735	731	735	750	
TH							653	646	657	658	671	675	691				748	
Stadt- staaten																		
Germany		644	644				674	674				703	703					

Sources: ZDS, various years; HMULV (2005, 2006); LKV (2003), LKV-ST (2005, 2007); LSZ (2007); MLUR-BB (2002), MLUV-BB (2007); Segger (2005b); SLL 2004); SMUL (2002); ThMLNU (2002), Scholz & Zacharias (2008)

Data gap closure

The data concerning pig production collated in Table 5.29 to Table 5.31 exhibits a considerable number of gaps, in particular in the New Länder. These data sets cannot be closed using data sets derived from other sources, i.e. from slaughter statistics: it is not appropriate to use a constant conversion factor of 0.77 kg kg⁻¹. This is illustrated by Figure 5.4 where the data calculated according to Chapter 2.7.3.5 with 0.77 kg kg⁻¹ are displayed over those recorded by the producers.

Schließen von Datenlücken

Die in Table 5.29 bis Table 5.31 zusammengestellten Daten zur Schweineproduktion enthalten erhebliche Lücken insbesondere bei den neuen Bundesländern. Diese Datensätze lassen sich nicht mit Gewichten aus der Schlachtstatistik kombinieren, da hier offenbar andere Tiere betrachtet wurden oder der konstante Umrechnungsfaktor (0,77 kg kg⁻¹) unangemessen ist. Figure 5.4 illustriert dies durch Vergleich der nach Kapitel 2.7.3.5 mit 0,77 kg kg⁻¹ berechneten Werte mit den Angaben der Produzenten.

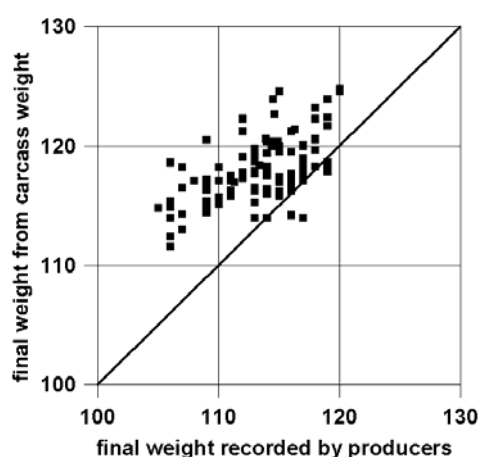


Figure 5.4: Fattening pigs, comparison of final live weights (calculation vs. producer data) (weights in kg an⁻¹; for details see text)

In this inventory, the data provided by the producers' associations are used, as the data sets of weights and weight gains are consistent and unified. There is no need for subsequent

In diesem Inventar wurden die Annahmen der Züchterverbände verwendet, denn sie stellen aufeinander bezogen die Gewichte und die Gewichtszunahmen in einem einheitlichen Daten-

conversions. If these data were not available, corresponding data provided by the Federal States in their annual agricultural reports were used.

Missing data at the end of a time series were replaced by the latest available data, respectively.

In the Federal States of Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen and Thüringen, conditions for pig production changed drastically in 1990. In 1990, slaughter weight of pigs in these new Länder exceeded those in the Old Länder by far; weight gains were considerably smaller. Since 1991, conditions can be compared to those typical for the Old Länder,

For the New Länder and 1990, 35 kg an⁻¹ was assumed as a standardised weight at the beginning of fattening, 115 kg an⁻¹ for the end. Typical weight gains were about 550 g an⁻¹ d⁻¹.

After 1991, the data sets for Hessen are used to replace missing values in the New Länder, until they published their own data (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

Missing data for Sachsen-Anhalt are replaced by those of Thüringen, as the agreement between carcass weights is best. The occasional data for Sachsen-Anhalt originate from Iden experimental farm and are not representative of the situation in the whole Federal State.

satz dar, der ohne Umrechnungen auskommt. Wenn diese Daten fehlten, wurden Daten aus Agrarberichten der Bundesländer genutzt.

Fehlende Daten am Ende der Datenreihe werden vorläufig durch Fortschreiben der jeweils letzten verfügbaren Werte ersetzt.

Die Schweinemast in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen änderte sich nach 1990 erheblich. Im Jahre 1990 waren die Tiergewichte in diesen Ländern deutlich höher als in den Alten Bundesländern, die Gewichtszunahmen deutlich geringer. Seit 1991 gelten jedoch Werte, wie die für die Alten Bundesländer typisch sind.

Für die Neuen Länder und 1990 wurden einheitlich 35 kg an⁻¹ für den Anfang der Mast und 115 kg an⁻¹ für das Ende der Mast angenommen. Die Gewichtszunahme lag bei 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)

Fehlende Daten für Sachsen-Anhalt werden durch Daten aus Thüringen ersetzt, da hier die Übereinstimmung der Schlachtkörpergewichte am größten ist. Vereinzelte Daten aus Sachsen-Anhalt stammen aus dem Musterbetrieb Iden und werden als nicht repräsentativ angesehen.

5.5.2 Energy requirements / Energiebedarf

ME is calculated based on tables provided in GfE (1987) (see Table 5.32). The net energy required per day was calculated as a function of animal weight and weight gain for the scope to be considered in Germany (weights between 25 and 125 kg an⁻¹ and weight gains between 600 and 800 g an⁻¹ d⁻¹).

ME wird anhand von in GfE (1987) gegebenen Daten berechnet, siehe Table 5.32. Dabei wurde der Nettoenergiebedarf als Funktion von Gewicht und Gewichtszunahme für den in Deutschland relevanten Bereich ermittelt (Gewichte zwischen 25 und 125 kg an⁻¹, Gewichtszunahmen zwischen 600 und 800 g an⁻¹ d⁻¹).

Table 5.32: Fattening pigs, metabolisable energy as function of animal weight and weight gain (in MJ an⁻¹ d⁻¹)

weight gain Δw in g an ⁻¹ d ⁻¹	weight w in kg an ⁻¹									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
400	13.36	16.27								
500	15.35	18.25	20.92	23.41						
600	17.33	20.24	22.91	25.39	27.72	29.92	32.01			
700	19.31	22.22	24.89	27.37	29.71	31.91	33.99	35.97	35.97	
800		24.20	26.87	29.36	31.69	33.89	35.97	37.95	37.95	
900			28.86	31.34	33.67	35.87	37.96	39.94	39.94	
1000					35.66	37.86	39.94			

Source: GfE (1987)

For weight gains of 600, 700 and 800 g an⁻¹ d⁻¹, the data in Table 5.32 was converted into steady functions, see

Die Daten in Table 5.32 wurden für Gewichtszunahmen von 600, 700 und 800 g an⁻¹ d⁻¹ in stetige Funktionen (s. Figure 5.5) umgewandelt.

Figure 5.5.

$$ME_{\Delta w} = a_{\Delta w} \cdot \left(\frac{w}{w_{\text{ref}}} \right)^{b_{\Delta w}} \quad (5.13)$$

where

$ME_{\Delta w}$	metabolisable energy for live weight gain Δw
$a_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 600 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($a_{\Delta w} = 2.5742 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 700 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($a_{\Delta w} = 3.2877 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$) $\Delta w = 800 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($a_{\Delta w} = 3.9261 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
w_{ref}	reference value of weight ($w_{\text{ref}} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)
$b_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 600 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($b_{\Delta w} = 0.5595$) $\Delta w = 700 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($b_{\Delta w} = 0.5186$) $\Delta w = 800 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($b_{\Delta w} = 0.4921$)

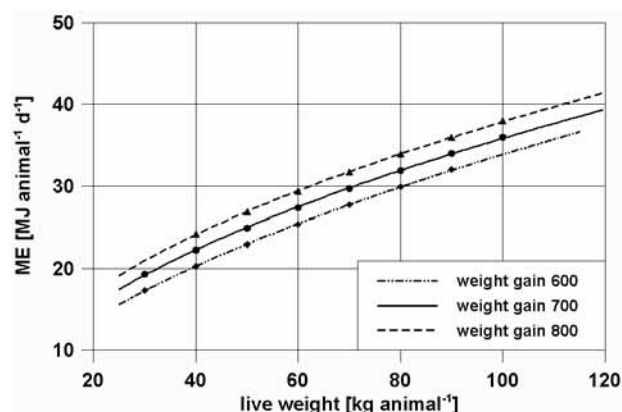


Figure 5.5: Fattening pigs, ME requirements as a function of live weight (for weight gains of 600, 700 and 800 g an⁻¹ d⁻¹).

From the daily energy required the cumulative energy $\Sigma ME_{\Delta w}$ was calculated for the three live weight scenarios, starting with a weight of 25 kg an⁻¹. The resulting tables were converted into steady functions ($R^2 = 0.99999$ for all equations) (see also Figure 5.6):

Aus dem so erhaltenen täglichen Energiebedarf wurde die kumulative Energie $\Sigma ME_{\Delta w}$ für die drei Datensätze berechnet. Ausgangsgewicht war jeweils 25 kg an⁻¹. Die resultierenden Tabellen wurden wiederum in stetige Funktionen umgewandelt ($R^2 = 0.99999$ in allen Fällen)(siehe auch Figure 5.6):

$$\Sigma ME_{\Delta w} = c_{\Delta w} \cdot w^3 + d_{\Delta w} \cdot w^2 + e_{\Delta w} \cdot w + f_{\Delta w} \quad (5.14)$$

where

$c_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 600 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($c_{\Delta w} = -0.000440 \text{ MJ kg}^{-3}$) $\Delta w = 700 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($c_{\Delta w} = -0.000361 \text{ MJ kg}^{-3}$) $\Delta w = 800 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($c_{\Delta w} = -0.000298 \text{ MJ kg}^{-3}$)
$d_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 600 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($d_{\Delta w} = 0.281056 \text{ MJ kg}^{-2}$) $\Delta w = 700 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($d_{\Delta w} = 0.237877 \text{ MJ kg}^{-2}$) $\Delta w = 800 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($d_{\Delta w} = 0.206505 \text{ MJ kg}^{-2}$)
$e_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 600 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($e_{\Delta w} = 13.491635 \text{ MJ kg}^{-1}$) $\Delta w = 700 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($e_{\Delta w} = 14.609741 \text{ MJ kg}^{-1}$) $\Delta w = 800 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($e_{\Delta w} = 15.194856 \text{ MJ kg}^{-1}$)
$f_{\Delta w}$	constant $\Delta w = 600 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($f_{\Delta w} = -416.955381 \text{ MJ}$) $\Delta w = 700 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($f_{\Delta w} = -409.206533 \text{ MJ}$) $\Delta w = 800 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($f_{\Delta w} = -396.436257 \text{ MJ}$)

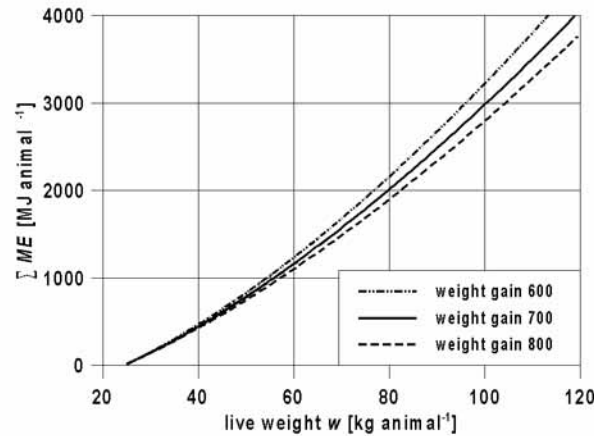


Figure 5.6: Fattening pigs, cumulative ME requirements for various weight gains (start weight 25 kg an⁻¹; weight gains of 600, 700 and 800 g an⁻¹ d⁻¹)

It can be shown that the curve for 700 g an⁻¹ d⁻¹ is the mean of the curves for 600 g an⁻¹ d⁻¹ and 800 g an⁻¹ d⁻¹. This fact can be used to derive the energy needs for any given initial and final weights ΣME_w and weight gains to be

Eine Überprüfung der Kurven ergibt, dass die Beziehung für 700 g an⁻¹ d⁻¹ das Mittel zwischen den für 600 und 800 g an⁻¹ d⁻¹ erhaltenen Kurven ist. Dieser Umstand wird genutzt, um durch Interpolation eine allgemeine Beziehung für jedes gegebene Gewicht und jede Gewichtszunahme zur Berechnung von ΣME_w abzuleiten.

$$\Sigma ME_w = \Sigma ME_{w,600} + \frac{\Sigma ME_{w,800} - \Sigma ME_{w,600}}{s_{\Delta w}} \cdot (\Delta w - \Delta w_{600}) \quad (5.15)$$

where

ΣME_w	cumulative metabolisable energy for a given weight above 25 kg an ⁻¹ and a given weight gain Δw between 600 and 800 g an ⁻¹ d ⁻¹ (in MJ an ⁻¹)
$\Sigma ME_{w,600}$	cumulative metabolisable energy for a weight gain of 600 g an ⁻¹ d ⁻¹ (in MJ an ⁻¹)
$\Sigma ME_{w,800}$	cumulative metabolisable energy for a weight gain of 800 g an ⁻¹ d ⁻¹ (in MJ an ⁻¹)
$s_{\Delta w}$	difference between upper and lower weight gain margin ($s_{\Delta w} = 200$ g an ⁻¹ d ⁻¹)
Δw	actual weight gain (in g an ⁻¹ d ⁻¹)
Δw_{600}	lower marginal weight gain ($\Delta w_{600} = 600$ g an ⁻¹ d ⁻¹)

In practice, live weight gains are not constant over the whole fattening period. A characteristic lapse is shown in Figure 5.7 (left). However, the application of a constant rate does not lead to a reduced quality of the assessment of ΣME_w (Figure 5.7 right).

In der Praxis sind die Gewichtszunahmen nicht konstant über die Mastperiode. Figure 5.7 (links) zeigt einen charakteristischen Verlauf. Allerdings führt die Anwendung einer konstanten Rate nicht zu einer Qualitätseinbuße in der Berechnungen von ΣME_w (Figure 5.7 rechts).

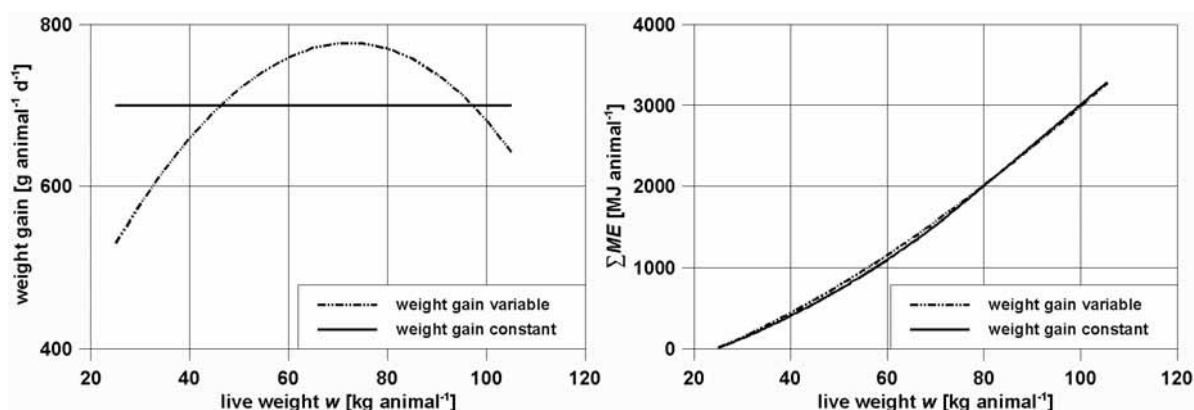


Figure 5.7: Fattening pigs, cumulative ME from constant mean and variable (true) weight gains (Start weight 25 kg, final weight 105 kg, mean weight gain $700 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Variable weight gain according to Lentföhr, 2001)

5.5.3 Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften

Fattening pigs may receive a feed reduced in protein (RAM feed¹⁰). The fraction of pigs fed with RAM feed is considered for some regions.

The use of RAM feed is based on contracts between the feed producers and the pig producers which limits them to upper limits of XP contents in the feed.

Such contracts have been agreed upon since 1990 in the following districts:

Delmenhorst, Oldenburg, Osnabrück, Ammerland, Aurich, Cloppenburg, Emsland, Friesland, Grafschaft Bentheim, Oldenburg, Osnabrück and Vechta.

Until 2004, the number of farms involved has been increasing steadily. The Chamber of Agriculture Lower Saxony (Dr. Bohnenkemper, Oldenburg) provided an expert judgement on the frequency of RAM feeding, as shown in Table 5.33.

Mastschweine können protein-reduziert gefüttert werden. Der Anteil der Schweine, die mit diesem sog. RAM-Futter¹⁰ gefüttert werden, wird regional berücksichtigt:

Die Verwendung von RAM-Futter beruht auf Verträgen zwischen Schweine-Produzenten und Futterherstellern und legt Obergrenzen von XP-Gehalten im Futter fest.

Die Verträge wurden seit 1990 in den Kreisen Delmenhorst, Oldenburg, Osnabrück, Ammerland, Aurich, Cloppenburg, Emsland, Friesland, Grafschaft Bentheim, Oldenburg, Osnabrück und Vechta wirksam.

Dabei nahm die Zahl der beteiligten Betriebe bis zum Jahre 2004 stetig zu. Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Dr. Bohnenkemper, Oldenburg) gab für die Häufigkeit des RAM-Futter-Einsatzes die folgende Expertenschätzung (Table 5.33):

Table 5.33: Fattening pigs, percentage of animals RAM fed in the districts in Lower Saxony (for details see text)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
RAM fed	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	70.0	70.0	70.0

Source: LWK Niedersachsen, private communication (Dr. Bohnenkemper)

Typical diet composition data are listed in Table 5.34.

Typische Futterzusammensetzungen sind in Table 5.34 wiedergegeben.

¹⁰ RAM: Fattening with reduced input of crude protein / Rohprotein angepasste Mast (RAM)

Table 5.34: Fattening pigs, diets used in fattener feeding, related energies (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to DM), and nitrogen contents (x_N).

Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy contents according to Beyer et al. (2004) and LfL (2004)

Feed type	Weight range in kg an ⁻¹	major components	η_{GE} in MJ kg ⁻¹	η_{DE} in MJ kg ⁻¹	η_{ME} in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
fatteners A	30 to 60	wheat, rye, wheat gluten	16.5	13.7	13.4	0.0280
fatteners B	60 to 120	meal, soybean meal, triticales, rapeseed meal	16.4	13.4	13.0	0.0275
fatteners A, N reduced	30 to 60	wheat, rye, triticales, wheat gluten meal, peas, soybean	16.5	13.7	13.4	0.0272
fatteners B, N reduced	60 to 120	meal, rapeseed meal	16.4	13.4	13.0	0.0224

The daily gross energy fattening pigs take in with the feed (GE_{we}) is calculated analogously to the method described in Chapter 5.3.3.

Die mit dem Futter aufgenommene tägliche Gesamtenergie GE_{we} wird sinngemäß wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben berechnet.

5.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{CH_4, \text{ent, fp}} = \frac{GE_{fp} \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (5.16)$$

where

$EF_{CH_4, \text{ent, fp}}$	emission factor for fattening pigs (in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_{fp}	gross energy intake of fattening pigs (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{CH_4} = 0.006 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

also requires the methane conversion rate x_{CH_4} . The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ^{-1} is given in IPCC(1996)-3-4.35. No data are provided in IPCC(2006).

wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH_4} benötigt. Der Wert von $0,006 \text{ MJ MJ}^{-1}$ ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen. In IPCC(2006) werden keine entsprechenden Daten angegeben.

Uncertainty of emission factors

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The uncertainties of the weights and weight gains used to derive emission factors are hitherto unknown.

Für die die Rechnungen bestimmenden tabellierten Gewichte und Gewichtszunahmen sind keine Unsicherheiten bekannt.

GfE (1987) does not mention uncertainties of their energy balance calculations.

GfE (1987) macht keine Angaben zur Unsicherheit der Energiebedarfsrechnungen.

The deviation of feeding practices in reality from the standard assumptions used in the calculations is unknown.

Die Abweichungen der tatsächlichen Fütterung von den zur Berechnung verwendeten Standardannahmen sind nicht bekannt.

The details describing the uncertainty of emission factors for weaners (Chapter 5.4.4) apply also to fattening pigs.

Die Aussagen zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren bei Aufzuchtferkeln (Kapitel 5.4.4) gelten für Mastschweine sinngemäß.

5.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

5.5.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of VS excreted are calculated according to the data provided in Chapter 3.4.3, taking initial and final weights, performance (mean weight gain) as well as feed composition into account. The ash content is taken to be 0.02 kg kg^{-1} .

Die Mengen aus ausgeschiedenen VS werden nach Kapitel 3.4.3 über Anfangs- und Endgewicht und Leistung (mittlere Gewichtszunahme) sowie die Fütterung berechnet. Der Aschegehalt wird mit $0,02 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt.

5.5.5.2 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

The frequency distribution of manure management systems is calculated by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Für Mastschweine werden die Haltungungsverfahren mit RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet.

5.5.5.3 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

Straw inputs are taken into account. The amounts of straw added are listed in Table 5.35. Relevant straw properties are given in Table 5.14.

Die bei unterschiedlichen Haltungungsverfahren üblichen Strohmenngen sind in Table 5.35 zusammengestellt. Wichtige Eigenschaften des Strohs gehen aus Table 5.14 hervor.

Table 5.35: Fattening pigs, amounts of straw used in German fattening pig houses

Animal house type			
closed insulated stables free ventilated	non slatted plane floor	0.6	$\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw
	kennel house	0.2	$\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw
	deep litter	1.0	$\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw

Source: KTBL (2006 a)

5.5.5.4 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors MCF and methane producing capacity B_0 are listed in Table 5.36.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren gehen aus Table 5.36 hervor.

Table 5.36: Maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used for fattening pigs in the German inventory

B_0	0.48	$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$
MCF liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
MCF solid storage	0.02	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

5.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.1.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.1 angegeben.

5.5.7 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.

5.5.7.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-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; the N content of the pigs' body is 0.0256 kg kg⁻¹ (LfL, 2004a). Normal diet and N and P reduced diet (so-called RAM diet) are differentiated.

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). Zwischen normaler und N- und P-reduzierter Fütterung (RAM-Futter) wird unterschieden.

$$m_{\text{excr}} = ((m_{\text{feed } 11} \cdot x_{\text{feed } 11} + m_{\text{feed } 21} \cdot x_{\text{feed } 21}) \cdot (1 - x_{\text{RAM}}) + (m_{\text{feed } 12} \cdot x_{\text{feed } 12} + m_{\text{feed } 22} \cdot x_{\text{feed } 22}) \cdot x_{\text{RAM}}) - \Delta w \cdot x_N) \cdot n_{\text{round}} \quad (5.17)$$

where

m_{excreted}	amount of nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$m_{\text{feed } 11}$	amount of feed 11 taken in (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{\text{feed } 11}$	nitrogen content of feed 11 (in kg kg ⁻¹ N)
x_{RAM}	share of pigs RAM fed
Δw	total weight gain during fattening (in kg an ⁻¹)
x_N	nitrogen content of whole pig ($x_N = 0.0256$ kg kg ⁻¹ N)
n_{round}	number of animal rounds (in cy = an pl ⁻¹ a ⁻¹)
feed 11	feed in phase 1, no RAM
feed 21	feed in phase 2, no RAM
feed 12	feed in phase 1, RAM
feed 22	feed in phase 2, RAM

Typical N excretions are 16 kg pl⁻¹ a⁻¹ for normal feed and 13 kg pl⁻¹ a⁻¹ for protein reduced feed.

More than 70 % of the N excreted is ammoniacal N (TAN). The TAN content varies with the feed composition.

Typische N-Ausscheidungen bewegen sich um 16 kg pl⁻¹ a⁻¹ für normale Fütterung und um 13 kg pl⁻¹ a⁻¹ N bei N-reduzierter Fütterung.

Die TAN-Gehalte der Ausscheidungen sind in Abhängigkeit von der Futter-Zusammensetzung variabel. Sie liegen über 70 %.

5.5.7.2 Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“

All emission factors used for housing relate to TAN. They are summarised in Table 5.37.

Alle partiellen Emissionsfaktoren für die Haltung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 5.37. zusammengestellt.

Table 5.37: Fattening pigs, partial emission factors for $\text{NH}_3\text{-N}$ from housing (related to TAN)

			EF_{house} in $\text{kg kg}^{-1} \text{N}$
slurry based	insulated stables	fully slatted floors	0.268
		partly slatted floors	0.268
		slatted floor, large groups ("Großgruppe")	0.241
		kennel house	0.196
straw based	closed insulated stables	deep litter	0.384
		not slatted plane floor	0.384
	free ventilated	kennel house	0.243
		deep litter	0.384

Source: EMEP (2002)

NH_3 emissions were reported to be $3 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ for fully and partly slatted floors in insulated animal houses and slurry by Döhler et al. (2002). They referred to an N excretion of $13 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N. However, according to the present (2005) knowledge, excretions should have been related to $16 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N. Thus, the emission factor related to TAN would have amounted to

$$EF_{\text{house, fp}} = 0.268 \text{ kg kg}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$$

Die $\text{NH}_3\text{-N}$ -Emissionen im Stall wurden in Döhler et al. (2002) mit $3 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ für Vollspaltenböden und Teilspaltenböden in wärmege-
dämmten Ställen mit Flüssigmist angegeben. Sie bezogen sich allerdings auf die Annahme, dass die Ausscheidungen insgesamt $13 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N betragen. Die Ausscheidung hätte nach heutigem Stand des Wissens (2005) auf $16 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N bezogen werden müssen. Die Emissionsfaktoren bezogen auf TAN betragen dann

$$EF_{\text{house, fp}} = 0,268 \text{ kg kg}^{-1} \text{NH}_3\text{-N}$$

5.5.7.3 Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

The frequency distributions of housing systems, storage systems for slurry, solid manure and leachate ("Jauche") were considered as well as the application techniques and time before incorporation.

The partial emission factors for *storage* and *application (spreading)* are the same for all pig sub-categories (see Table 5.3 to Table 5.8).

Uncertainty of emission factors

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH_3 is also valid for fattening pigs.

As for dairy cattle, N_2O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Die Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Stallsysteme, der Lagersysteme für Gülle, Festmist und Jauche wurden ebenso berücksichtigt wie die Ausbringungstechniken und die Zeiten bis zur Einarbeitung.

Die partiellen Emissionsfaktoren für *Lagerung* und *Ausbringung* sind für alle Schweine gleich (vgl. Table 5.3 bis Table 5.8).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Auch für Mastschweine gilt nach EMEP (2002)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH_3 die Größenordnung von 30 % hat.

Für N_2O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

5.5.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

5.5.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.3.5.2.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 5.3.5.2 entnommen

5.5.8.2 Emissionfactors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 5.38.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 5.38 zusammengestellt.

Table 5.38: Fattening pigs, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
fatteners	solid	0.50	0.081
	slurry	0.42	0.069

Source: EMEP(2007)-B1010-5

5.5.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.39: Fattening pigs, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.11
		CH ₄ manure management	EM1005.11
		NM VOC	EM1005.42
		NH ₃	EM1009.11
		N ₂ O	EM1009.63
		NO	EM1009.139
		PM ₁₀	EM1010.11
		PM _{2.5}	EM1010.31
Activity data	Aktivitäten	AC1005.11	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.11
		CH ₄ manure management	IEF1005.11
		NM VOC	IEF1005.39
		NH ₃	IEF1009.10
		N ₂ O	IEF1009.37
		NO	IEF1009.64
		PM ₁₀	IEF1010.10
		PM _{2.5}	IEF1010.27
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005PSH.35	AI1005PSH.51

5.6 Boars (mature males) / Eber

Boars (mature males) form an own subcategory in the German census.

According to the key source analysis performed for NIR 2005, pigs were a key source for methane from manure management with respect to both level and trend.

According to NIR 2008, pigs are no longer a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a key source. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

In contrast to the other pig subcategories boars are not treated as key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.40.

Zuchteber sind alle als solche in der Statistik bezeichneten männlichen Schweine.

Nach der für 2005 durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse (NIR 2005) waren Schweine insgesamt eine Hauptquellgruppe für Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management.

Der NIR 2008 zählt Schweine nicht mehr zu den Hauptquellkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte sowohl die Ammoniak- als auch die NMVOC- und die PM₁₀-Emissionen als Hauptquellgruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Im Gegensatz zu den übrigen Schweine-Unterkategorien werden Eber nicht als Hauptquellgruppen behandelt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.40 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.40: Calculation procedures applied to boars

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

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). Die angegebenen Daten sind ohne Umrechnungen verwendbar.

$$n_{bo} = n_V \quad (5.18)$$

where

n_{bo} number of boars
 n_V animal numbers of type V in the German census (see Table 5.1)

Uncertainty of activity data

According to Dämmgen (2005), an uncertainty of 4 to 5 % is assumed for statistical data.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die statistischen Daten haben eine Unsicherheit von 4 bis 5 % (Dämmgen, 2005).

5.6.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The mean animal weight is assumed to be constant (120 kg an⁻¹).

Das Tiergewicht wird als konstant angenommen (120 kg an⁻¹).

5.6.2 Energy requirements / Energiebedarf

A constant daily overall energy requirement of 30 MJ an⁻¹ d⁻¹ ME is assumed (GfE, 1987, p 68).

Nach GfE (1987, S. 68) wird ein mittlerer ME-Bedarf von 30 MJ an⁻¹ d⁻¹ angesetzt.

5.6.3 Feed requirements and feed properties / Futterbedarf und Futtereigenschaften

Typical diets used in boar feeding were used to derive x_{DE} and x_{ME} . Table 5.41 illustrates typical feed compositions as well as the respective energies.

The ME content is $\eta_{ME} = 11.4 \text{ MJ kg}^{-1}$. The digestibility of the feed is $0.8282 \text{ MJ MJ}^{-1}$, the metabolisability is taken to be $0.7975 \text{ MJ MJ}^{-1}$, thus the average feed intake is 2.6 kg along with a daily gross energy intake $GE_{bo} = 37.6 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

Für die Ableitung von x_{DE} und x_{ME} im Eberfutter wurden die in Table 5.41 angegebenen typischen Daten genutzt, die über Zusammensetzung und Energiegehalte informieren.

Der ME-Gehalt ist $\eta_{ME} = 11.4 \text{ MJ kg}^{-1}$. Die Verdaulichkeit wird mit $0,8282 \text{ MJ MJ}^{-1}$ angenommen, die Umsetzbarkeit mit $0,7975 \text{ MJ MJ}^{-1}$. Es ergibt sich eine tägliche Futteraufnahme von 2.6 kg verbunden mit einer täglichen GE-Aufnahme $GE_{bo} = 37,6 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

Table 5.41: Boars, diets used, related energies (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to DM), and nitrogen contents (x_N).

Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy contents according to Beyer et al. (2004) and LfL (2004)

Feed type	live weight in kg an ⁻¹	major components	η_{GE} in MJ kg ⁻¹	η_{DE} in MJ kg ⁻¹	η_{ME} in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
boars	120	wheat bran, wheat, barley, triticale, peas, soybean meal	16.3	13.5	13.0	0.0288

5.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{CH_4, \text{ent, bo}} = \frac{GE_{bo} \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (5.19)$$

where

$EF_{CH_4, \text{ent, bo}}$	emission factor for boars (in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_{bo}	daily gross energy intake of boars (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{CH_4} = 0.006 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

(see Chapter 3.3.2) also requires the methane conversion rate x_{CH_4} . The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ^{-1} is given in IPCC(1996)-3-4.35.

(s. Kapitel 3.3.2) wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH_4} benötigt. Der Wert von $0,006 \text{ MJ MJ}^{-1}$ ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen.

Uncertainty of emission factors

The uncertainties of the weights and weight gains used to derive emission factors are hitherto unknown.

GfE (1987) does not mention uncertainties of their energy balance calculations.

The deviation of feeding practices in reality from the standard assumptions used in the calculations is unknown.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die die Rechnungen bestimmenden tabellierten Gewichte und Gewichtszunahmen sind keine Unsicherheiten bekannt.

GfE (1987) macht keine Angaben zur Unsicherheit der Energiebedarfsrechnungen.

Die Abweichungen der tatsächlichen Fütterung von den zur Berechnung verwendeten Standardannahmen sind nicht bekannt.

5.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement**5.6.5.1 VS excretions / VS-Ausscheidungen**

The amounts of VS are calculated according to Chapter 3.4.3. The ash content is assumed to be 0.02 kg kg⁻¹.

The VS excretions amount to 125.3 kg pl⁻¹ a⁻¹.

Die Mengen aus ausgeschiedenen VS werden nach Kapitel 3.4.3 berechnet. Der Aschegehalt wird mit 0,02 kg kg⁻¹ angesetzt.

Die VS-Ausscheidungen belaufen sich auf 125,3 kg pl⁻¹ a⁻¹.

5.6.5.2 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

For boars the distributions of housing and manure management systems are assumed to be the same like for sows. They are calculated by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Für Eber werden die gleichen Haltungsverfahren wie für Sauen angenommen. Diese werden mit RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet.

5.6.5.3 Carbon inputs with straw / Kohlenstoff-Einträge mit Stroh

Straw input into bedded systems is assumed to be 0.5 kg an⁻¹ d⁻¹ straw (KTBL 2006 a).

Für die Einstreu wurden 0,5 kg an⁻¹ d⁻¹ Stroh angenommen (KTBL 2006 a).

5.6.5.4 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungs-kapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors *MCF* and methane producing capacity *B₀* are listed in Table 5.42.

Die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* und die Methan-Bildungskapazität *B₀* sind in Table 5.42 gegeben.

Table 5.42: Boars, maximum methane producing capacity *B₀* and methane conversion factors *MCF* as used for boars in the German inventory

<i>B₀</i>	0.45	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
<i>MCF</i> liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> solid storage	0.02	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> deep litter	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	kg kg ⁻¹ C

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. The data base for boars is worse than for other pigs. However, due to the small animal numbers, the overall uncertainty is not affected. German data do not exist yet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung 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. Deutsche Zahlen über Unsicherheiten liegen noch nicht vor.

5.6.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.1.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.1 angegeben.

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 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

With the assumption of a constant weight (which means negligible retention) and a constant feed intake (for feed amount and feed N content see Chapter 5.6.3) the resulting N excretion rate is $27.7 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$, of which 70 % (default value), i.e. $19.4 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$, are TAN.

Bei konstantem Gewicht (d. h. vernachlässigbarer Retention) und konstanter Nahrungsaufnahme (zu Futtermenge und Futter-N-Gehalt siehe Kapitel 5.6.3) ergibt sich eine N-Ausscheidung von $27,7 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$; hiervon sind 70 % (default-Wert), d.h. $19,4 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$, TAN.

Uncertainty of emission factors

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH_3 is also valid for boars.

N_2O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Auch für Eber gilt nach EMEP (2002)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH_3 die Größenordnung von 30 % hat.

Für N_2O und NO wird eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

5.6.7.2 Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“

The emission factors used for housing relate to TAN. They are identical with those of fattening pig houses, and summarised in Table 5.43.

Die partiellen Emissionsfaktoren für die Haltung beziehen sich auf TAN. Sie entsprechen denen der Mastschweine-Haltung und sind in Table 5.43 zusammengestellt.

Table 5.43: Boars, partial emission factors for $\text{NH}_3\text{-N}$ from housing (related to TAN)

			EF_{house} in $\text{kg kg}^{-1} \text{N}$
slurry based	insulated stables	fully slatted floors	0.268
		partly slatted floors	0.268
		slatted floor, large groups ("Großgruppe")	0.241
		kennel house	0.196
straw based	closed insulated stables	deep litter	0.384
		not slatted plane floor	0.384
	free ventilated	kennel house	0.243
		deep litter	0.384

Source: EMEP (2002)

5.6.7.3 Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

The partial emission factors for *storage* and *application (spreading)* are the same for all pig sub-categories (see Table 5.3 to Table 5.8).

Die partiellen Emissionsfaktoren für *Lagerung* und *Ausbringung* sind für alle Schweine gleich (vgl. Table 5.3 bis Table 5.8).

5.6.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

For boars, no specific emission factors have been reported. The emission factors for fattening pigs are used instead.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Eigene Emissionsfaktoren für Eber existieren nicht. Die Emissionsfaktoren für Mastschweine werden übernommen.

5.6.8.1 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.6.5.2.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistssysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 5.6.5.2 entnommen.

5.6.8.2 Emissionfactors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 5.44. (EMEP(2006) B1010)

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 5.44 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 5.44: First estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from boars

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10}	Emission factor for $\text{PM}_{2.5}$
		$\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$	$\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$
boars	solid	0.50	0.081
	slurry	0.42	0.069

Source: EMEP(2007)-B1010-5

5.6.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.45: Boars, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.12	
		CH ₄ manure management	EM1005.12	
		NM VOC	EM1005.43	
		NH ₃	EM1009.12	
		N ₂ O	EM1009.66	EM1009.68
		NO	EM1009.140	
		PM ₁₀	EM1010.12	
		PM _{2.5}	EM1010.32	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.12	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.12	
		CH ₄ manure management	IEF1005.12	
		NM VOC	IEF1005.40	
		NH ₃	IEF1009.11	
		N ₂ O	IEF1009.38	
		NO	IEF1009.65	
		PM ₁₀	IEF1010.11	
		PM _{2.5}	IEF1010.28	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.52	AI1005PSH.67

5.7 Pigs – collective description / Schweine - zusammenfassende Daten

For greenhouse gases, emissions have to be reported for pigs as a single category. The categories dealt with in this report are collated. The aggregated data sets are to be found in Chapter 5.7.2.

Für die Emissionsberichterstattung bei Treibhausgasen werden Schweine insgesamt als eine Kategorie betrachtet und derart zusammengefasst berichtet. Die so aggregierten Daten werden in Kapitel 5.7.2 zusammengestellt.

5.7.1 Activity numbers and animal weights / Tierzahlen und Tiergewichte

5.7.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The total number of pigs in the official statistics is the sum of all subcategories in Table 5.1. However, the numbers for piglets and weaners used in this inventory deviate from the official numbers.

Excreta from piglets are included in the excretions of sows. The number of weaners is derived from the number of pigs weighting less than 25 kg an⁻¹.

For fattening pigs and sows, the totals are sums of the animal numbers provided by statistics.

Die Gesamtzahl der Schweine in der amtlichen Tierzählung gibt die Summe aller Unterkategorien in Table 5.1 wieder. Die in diesem Inventar verwendeten Unterkategorien weichen im Bereich der Saugferkel und der Aufzuchtferkel von der amtlichen Statistik ab.

Saugferkel werden gemeinsam mit Sauen betrachtet; die Zahl der Aufzuchtferkel wird aus der Zahl der Ferkel unter 25 kg abgeleitet.

Bei Mastschweinen und Sauen gehen die verwendeten Tierzahlen aus einfachen Summenbildungen hervor.

$$n_{\text{pigs}} = n_{\text{so}} + n_{\text{sp}} + n_{\text{we}} + n_{\text{fp}} + n_{\text{bo}} = n_{\text{M}} + n_{\text{N}} + n_{\text{O}} + n_{\text{P}} + n_{\text{Q}} + n_{\text{R}} + n_{\text{S}} + n_{\text{T}} + n_{\text{U}} + n_{\text{V}} \quad (5.20)$$

where

n_{so}	number of sows used in this inventory
n_{sp}	numbers sucking piglets
n_{we}	number of weaners used in this inventory
n_{fp}	number of fattening pigs used in this inventory
n_{bo}	number of boars used in this inventory
n_{M} etc.	number of animals in census subcategory M, etc. (see Table 5.1)

with

$$n_{\text{sp}} = n_{\text{M}} \cdot \frac{\tau_{\text{sp}}}{\tau_{\text{sp}} + \tau_{\text{we}}} \quad (5.21)$$

$$n_{\text{we}} = n_{\text{M}} \cdot \frac{\tau_{\text{we}}}{\tau_{\text{sp}} + \tau_{\text{we}}} \quad (5.22)$$

where

τ_{sp}	time span piglets spend with the sow ($\tau_{\text{sp}} = 25$ d, see Table 5.10)
τ_{we}	duration of weaner production ($\tau_{\text{we}} = 48$ d, KTBL 2004, pg. 466)

Uncertainty of activity data

The uncertainty in the census based animal numbers is between 4 and 5 %. The additional uncertainty due to the splitting of piglet numbers in order to obtain weaner numbers is assumed to be of the same magnitude.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der Tierzahlen in der amtlichen Statistik wird etwa 4 bis 5 % betragen. Die zusätzliche Unsicherheit durch die Berechnung der Zahl der Aufzuchtferkel dürfte in der gleichen Größenordnung liegen.

5.7.1.2 Animal weights / Tiergewichte

The mean weights of sows (190 kg an⁻¹) are constant after 2000, but have, due to lack of better knowledge, to be used also for the period from 1990 to 1999.

The mean weight of sucking piglets is the difference between their weight at birth (1,5 kg an⁻¹, Heinze und Rau, undated) and the weight at weaning (8.5 kg an⁻¹).

The mean weight of weaners is the arithmetic mean of the final weight of piglets (8.5 kg an⁻¹) and the start weight of fattening pigs.

The mean weight of fattening pigs is the arithmetic mean of the weight at the beginning and at the end of the fattening period.

The weights of boars (120 kg an⁻¹) are considered constant.

Animal numbers as calculated in this inventory are used to derive the weighted means. These may differ from officially reported numbers. However, the overall number of pigs is taken from the official statistics.

Die mittleren Gewichte von Sauen (190 kg an⁻¹) gelten für die Zeit nach 2000, müssen mangels besserer Kenntnis aber auch für die davor liegenden Jahre ab 1990 verwendet werden.

Für Saugferkel wird das aus Geburtsgewicht (1,5 kg an⁻¹, Heinze und Rau, o.J.) und Absetzgewicht (8,5 kg an⁻¹) errechnete Mittel gewählt.

Bei Aufzuchtferkeln wird das arithmetische Mittel zwischen dem Absetzgewicht von 8,5 kg an⁻¹ und dem Gewicht zu Beginn der Endmast verwendet.

Bei Mastschweinen wird das arithmetische Mittel der Gewichte am Beginn und dem Ende der Mast angesetzt.

Die Gewichte von Zuchtebern (120 kg an⁻¹) werden als konstant angesehen.

Die gewichteten Mittel werden bei den Unterkategorien nicht aus den Tierzahlen der Tierzählung, sondern die in diesem Inventar berechneten Tierzahlen berechnet. Als Summe der Schweine wird dann allerdings die Zahl der amtlichen Statistik verwendet.

5.7.2 Aggregated data for all pigs / Zusammenfassende Daten für alle Schweine

The procedure to calculate the mean properties is not clearly defined in IPCC(2006). This may result in a distortion of the results by using different calculation modes.. Thus, a detailed description is given for the respective entity.

IPCC(2006) gibt kein Verfahren zur Berechnung von Mittelwerten. Dies kann zu einer Verzerrung der Ergebnisse durch ungleiche Behandlung führen. Aus diesem Grund wird für jede zu berechnende Größe der Rechenweg beschrieben.

5.7.2.1 Mean weights / Mittlere Tiergewichte

The mean animal weight of all pigs is based on the weighted means of the mean weights of sows, sucking piglets, weaners, fattening pigs and boars.

Das mittlere Gewicht aller Schweine sind die gewichteten Mittel der Gewichte von Sauen, Saugferkeln, Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Ebern.

$$w_{\text{mean, pigs}} = \frac{n_{\text{so}} \cdot w_{\text{mean, so}} + n_{\text{sp}} \cdot w_{\text{mean, sp}} + n_{\text{we}} \cdot w_{\text{mean, we}} + n_{\text{fp}} \cdot w_{\text{mean, fp}} + n_{\text{bo}} \cdot w_{\text{mean, bo}}}{n_{\text{pigs}}} \quad (5.23)$$

where

$w_{\text{mean, pigs}}$	mean weight of pigs (in kg an ⁻¹)
n_{so}	total number of sows (in pl)
$w_{\text{mean, so}}$	mean weight of sows (in kg an ⁻¹)
etc.	
n_{pigs}	total number of pigs (in pl, see Chapter 5.7.1.1)

5.7.2.2 Mean pregnancy rates of sows / Mittlere Trächtigkeiten der Sauen

The number of pregnant sows is obtained from the German census.

Die Zahl der trächtigen Sauen wird der deutschen Tierzählungsstatistik entnommen.

5.7.2.3 Mean digestibilities / Mittlere Verdaulichkeiten

The mean digestibilities of pig feeds are the weighted means of the mean digestibilities of the feeds for sows, sucking piglets, weaners, fattening pigs and boars.

Die mittleren Verdaulichkeiten der Schweinefutter sind die gewichteten Mittel der Verdaulichkeiten der Futter für Sauen, Saugferkeln, Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Ebern.

$$X_{DE, \text{mean, pigs}} = \frac{n_{so} \cdot X_{DE, so} + n_{we} \cdot X_{DE, we} + n_{fp} \cdot X_{DE, fp} + n_{bo} \cdot X_{DE, bo}}{n_{so} + n_{we} + n_{fp} + n_{bo}} \quad (5.24)$$

where

$X_{DE, \text{mean, pigs}}$ mean digestibility of pig feeds (in MJ MJ⁻¹)
etc.
 n_{so} total number of sows (in pl)
etc.
 n_{pigs} total number of pigs (in pl)

5.7.2.4 Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen

The total of VS and N excretions (which includes sows with piglets) is divided by the total number of pigs:

Die Summe aller VS- und N-Ausscheidungen, die bei Sauen die Ausscheidungen der Saugferkel einschließt, wird durch die Gesamtzahl der Schweine dividiert:

$$VS_{\text{mean, pigs}} = \frac{n_{so} \cdot VS_{\text{mean, so}} + n_{we} \cdot VS_{\text{mean, we}} + n_{fp} \cdot VS_{\text{mean, fp}} + n_{bo} \cdot VS_{\text{mean, bo}}}{n_{pigs}} \quad (5.25)$$

$$m_{\text{excr, mean, pigs}} = \frac{n_{so} \cdot m_{\text{excr, mean, so}} + n_{we} \cdot m_{\text{excr, mean, we}} + n_{fp} \cdot m_{\text{excr, mean, fp}} + n_{bo} \cdot m_{\text{excr, mean, bo}}}{n_{pigs}} \quad (5.26)$$

5.7.2.5 Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren

For the calculation of mean implied emission factors $IEF_{\text{pigs, i}}$ of a species i , the total of the emissions of E_i of the species i (which includes the piglets) is derived from the animal numbers in each subcategory and the respective emission factor EF_i , and then divided by the overall number of pigs:

Zur Berechnung der mittleren Emissionsfaktoren $IEF_{\text{pigs, i}}$ für eine Spezies i wird die Summe aller berechneten Emissionen E_i einer Spezies i , die bei Sauen die Emissionen der Saugferkel einschließt, aus Tierzahlen und mittleren Emissionsfaktoren EF_i errechnet und durch die Gesamtzahl der Schweine dividiert:

$$IEF_{\text{pigs, i}} = \frac{n_{so} \cdot EF_{\text{mean, so, i}} + n_{we} \cdot EF_{\text{mean, we, i}} + n_{fp} \cdot EF_{\text{mean, fp, i}} + n_{bo} \cdot EF_{\text{mean, bo, i}}}{n_{pigs}} \quad (5.27)$$

5.7.2.6 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

In Table 5.46 a comparison is made of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

In Table 5.46 sind deutsche resultierende Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärende Variablen mit denen benachbarter Länder und mit Ländern, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist, verglichen. Die Daten des vorliegenden Inventars werden den zuletzt veröffentlichten der anderen Länder gegenüber gestellt.

Table 5.46: Pigs, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (submission 2008)

	mean animal weight in kg a ⁻¹	pregnancy in % of sows	VS excretion in kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	IEF				
					CH ₄ , ent	CH ₄ , MM	NH ₃	N ₂ O	NO
					in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	82.00		0.40	14.28	1.50	5.99	3.0		
Belgium	59.40		0.50	11.70	1.50	8.60	3.8		
Czech Republic				20.00	1.50	3.00	7.5		
Denmark	81.20		0.40	8.55	1.10	2.66	2.6		
Germany	69.34	73.2	0.287	13.24	1.19	4.55	5.1	0.055	0.008
France				16.42	1.50	20.93	7.9		
Netherlands					1.50	3.89	2.9		
Poland	82.00		0.50	20.00	1.50	6.54	4.5		
Switzerland			0.50	10.47	1.36	3.08	5.8		
United Kingdom				11.40	1.50	3.00	5.4		
IPCC default (IPCC(2006)-10.28)			0.50		1.50				

Sources: UNFCCC 2007, Table 4.A, EMEP (2008)

The mean animal weights are among the lowest provided by other countries.

For VS excretions, most countries obviously use default data which differ from the data obtained for Germany. N excretion rates are inconspicuous.

German data for CH₄ emissions from enteric fermentation are definitely below the default values given for developed countries in IPCC(2006)-10.28 (1.5 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄).

CH₄ emissions from manure management are within the range of other neighbouring countries, so are the NH₃ emissions.

Die mittleren Tiergewichte sind niedriger als in den meisten anderen Staaten.

Bei den VS-Ausscheidungen nutzen die meisten Staaten default-Werte, die von den deutschen Werten abweichen. Die N-Ausscheidungen sind im Bereich derer der meisten Nachbarstaaten.

Die CH₄-Emissionen aus der Verdauung sind deutlich geringer als die sonst angegeben. Auch hier verwenden die meisten Staaten den default-Wert für entwickelte Länder aus IPCC(2006)-10.28 (1.5 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄).

Die CH₄- und NH₃-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement liegen im Bereich der Werte der Nachbarländer.

5.7.2.6.1 Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Partikel

The German emission factors for PM₁₀ and PM_{2.5} are within the range of the neighbouring countries, see Table 5.48.

Die deutschen Emissionsfaktoren für PM₁₀ und PM_{2.5} liegen im Bereich der Nachbarländer siehe Table 5.48.

Table 5.47: Pigs, intercomparison of PM emission factors (submission 2008)

	$IEF_{PM_{10}, pigs}$ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM ₁₀	$IEF_{PM_{2.5}, pigs}$ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM _{2.5}	$IEF_{TSP, pigs}$ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TSP
Austria			
Belgium	0.20	0.046	0.46
Czech Republic	0.33	0.003	0.84
Denmark	0.28	0.046	0.63
Germany	0.35	0.057	
France	0.35	0.077	0.77
Netherlands	0.21	0.043	0.21
Poland	0.39	0.009	0.87
Switzerland	0.73	0.109	
United Kingdom	0.25	0.045	

Source: EMEP (2008), calculated from original data supplied

5.7.2.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.48: Pigs, related tables in the Tables volume

		from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	EM1004.13 EM1005.13 EM1005.44 EM1009.13 EM1009.69 EM1009.141 EM1010.13 EM1010.33
Activity data	Aktivitäten		AC1005.13
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	IEF1004.13 IEF1005.13 IEF1005.41 IEF1009.12 IEF1009.39 IEF1009.66 IEF1010.12 IEF1010.29
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005PSH.68	AI1005PSH.86

6 Small ruminants / Kleine Wiederkäuer

6.1 Small ruminants, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei kleinen Wiederkäuern

Sheep and goats are combined in the category „small ruminants“. The inventory reports about both species separately. However, calculation procedures are similar.

Sheep and goats do not form a key source for any of the greenhouse gases reported. However, sheep are a key source for ammonia.

The inventory goes along with the recommendation of IPCC(2006)-10.08 to form subcategories, wherever possible and useful. Thus, sheep are subdivided into lambs and sheep without lambs, which reflects different excretion rates and housing. This is of importance for the derivation of emissions of nitrogen species in particular. However, methane emissions are calculated for sheep as a whole.

For goats, the data availability in Germany allows for the calculation of national total emissions based on estimated goat numbers.

Schafe und Ziegen bilden im Inventar die Gruppe der kleinen Wiederkäuer. In den Inventaren wird über beide Arten getrennt berichtet; die Rechenverfahren sind jedoch ähnlich.

Weder Schafe noch Ziegen sind Hauptquellen für eines der zu berichtenden Treibhausgase. Schafe sind jedoch eine Hauptquellen für Ammoniak.

Das Inventar folgt der Empfehlung, Subkategorien einzuführen, wenn dies möglich und dienlich ist (IPCC(2006)-10.08). Schafe werden deshalb wegen der unterschiedlichen Ausscheidungen und Haltungsverfahren bei der Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies nach Lämmern und anderen Schafen unterteilt. Die Berechnung der Methan-Emissionen erfolgt nur für Schafe insgesamt.

Die Datenlage bei Ziegen ist so, dass nur deutsche Gesamtemissionen für geschätzte Tierzahlen berechnet werden können.

6.2 Sheep - all subcategories / Schafe insgesamt

For the assessment of methane emissions from sheep no subcategories are formed due to lack of information on emission explaining variables.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.1.

Für die Berechnung der Methan-Emissionen werden Schafe aus Mangel an der Verfügbarkeit emissionserklärender Variablen nicht in Unterkategorien unterteilt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.1: Sheep, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	3	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	manure management		IPCC / national	district	national	1 a
NM VOC	manure management		EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management		see Chapters 0 and 6.4			
N ₂ O, NO, N ₂	manure management		see Chapters 0 and 6.4			
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

6.2.1 Animal numbers / Tierzahlen

6.2.1.1 Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen

The German census differentiates between

- sheep younger than 1 year (including lambs)
- female sheep for reproduction (including yearlings)
- rams for reproduction
- wethers and other sheep

Prior to 1999, animals were counted in December. For sheep, this number is not representative of the animals in the production process. Numbers have to be corrected and adjusted to the practice after 1999 in order to establish a consistent set of activity data.

Since 1999, censuses have been performed in May and include the lambs. The information provided by the official statistics has been used since.

This inventory uses animal numbers of sheep, lambs and of all other sheep as corrected according to Dämmgen (2005) (see Chapter 6.2.1.2 for details).

Die deutsche Tierzählung unterscheidet

- Schafe unter 1 Jahr (einschließlich Lämmer)
- weibliche Schafe zur Zucht (einschließlich Jährlinge)
- Schafböcke zur Zucht
- Hammel und übrige Schafe

Bis 1999 fanden Tierzählungen im Dezember statt. Sie ergaben für Schafe Tierzahlen, die für die gesamte Produktion nicht repräsentativ waren. Diese Tierzahlen mussten so korrigiert werden, dass sie dem Zählverfahren nach 1999 entsprechen und so die Erstellung konsistenter Zeitreihen ermöglichen.

Seit 1999 findet die Tierzählung im Mai statt. Die Anzahl der Lämmer geht seitdem aus der Statistik hervor.

Verwendet werden die nach Dämmgen (2005) korrigierten Tierzahlen für Schafe insgesamt, Lämmer und alle übrigen Schafe (other sheep) (zu Einzelheiten vgl. Kapitel 6.2.1.2).

Correction of activity data prior to 1999:

$$n_{sh} = n_{ew} \cdot f_{sh} \quad (6.1)$$

$$n_{la} = n_{ew} \cdot f_{la} \quad (6.2)$$

$$n_{os} = n_{sh} - n_{la} = n_{ew} \cdot (f_{sh} - f_{la}) \quad (6.3)$$

where

n_{la} number of lambs
 n_{ew} number of ewes

f_{la}	factor to derive number of lambs
n_{sh}	total number of sheep
f_{sh}	factor to derive total number of sheep
n_{os}	number of sheep other than lambs

The correction was performed for each federal state. The resulting correction factors are listed in Table 6.2:

Die Korrektur wurde für jedes Bundesland durchgeführt. Die entsprechenden Korrekturfaktoren sind in Table 6.2 zusammengestellt.

Table 6.2: Sheep and lambs, conversion factors f_{sh} and f_{la} for numbers of sheep and lambs to be applied before 1999

	Sheep f_{sh}	Lambs f_{la}
Baden-Württemberg	1.51	0.46
Bayern	1.62	0.57
Brandenburg	1.46	0.44
Hessen	1.58	0.55
Mecklenburg-Vorpommern	1.58	0.54
Niedersachsen	1.75	0.68
Nordrhein-Westfalen	1.75	0.67
Rheinland-Pfalz	1.54	0.51
Saarland	1.58	0.51
Sachsen	1.55	0.52
Sachsen-Anhalt	1.48	0.45
Schleswig-Holstein	2.13	1.10
Thüringen	1.37	0.35

6.2.1.2 Animal numbers used to derive methane emissions / Für die Ableitung der Methan-Emissionen benötigte Tierzahlen

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Federal States (StatLA C III 1 – vj 4).

The official animal numbers have to be corrected using the factors f_{sh} provided in Table 6.2.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4).

Die den Statistiken entnommenen Tierzahlen sind mit den in Table 6.2 angegebenen Faktoren f_{sh} korrigiert.

$$n_{sh} = n_{ew} \cdot f_{sh} \quad (6.4)$$

where

n_{sh}	number of sheep considered
n_{ew}	number of ewes reported in the German census
f_{sh}	conversion factor for sheep (see Table 6.2)

Uncertainty of activity data

The numbers of sheep before 1999 are biased. This bias can be corrected. The overall uncertainty of the corrected data is likely to exceed that of cattle. An uncertainty of < 10 % is assumed to be plausible.

For this inventory, an uncertainty of 10 % is assumed. The distribution is likely to be normal.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Anzahl der Schafe weist vor 1999 einen systematischen Fehler auf, der korrigiert werden kann. Die Unsicherheit auch der korrigierten Werte ist wahrscheinlich größer als die der Rinder. Eine Unsicherheit < 10 % wird für wahrscheinlich gehalten.

Für dieses Inventar wird eine Unsicherheit von 10 % bei normaler Verteilung angenommen.

6.2.1.3 Animal performance / Leistungsdaten

The background data for developed countries with regard to animal weights and weight gains given (IPCC(2006)-10.28) apply to German conditions in principle (live weights before slaughtering range between 40 and 50 kg an⁻¹).

The number of lambs per ewe varies with races. At present, it seems impossible to construct a time series.

No assumptions can be made with respect to the energy requirements for wool growth.

Die in IPCC(2006)-10.28 für entwickelte Länder angegebenen Hintergrundinformationen über typische Gewichte und Gewichtszunahmen treffen im Mittel für Deutschland zu (Lebendgewichte vor Schlachtung liegen zwischen 40 und 50 kg an⁻¹).

Die Anzahl der pro Mutterschaf geborenen Lämmer variiert mit den Rassen. Die Formulierung von Zeitreihen erscheint zunächst unmöglich.

Annahmen zum Energiebedarf des Wollaufwuchses sind zurzeit unmöglich.

6.2.2 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

The default emission factor $EF_{CH_4, \text{ent, sh}} = 8 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ provided by IPCC(2006)-10.28 is used.

Zur Berechnung wird der default-Emissionsfaktor $EF_{CH_4, \text{ent, sh}} = 8 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ gemäß IPCC(2006)-10.28 herangezogen.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(2006)-10.28 the uncertainty is 30 – 50 %, assumed to be normally distributed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Laut IPCC(2006)-10.28 beträgt die Unsicherheit 30 – 50 %, die angenommene Verteilung ist normal.

6.2.3 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted, the maximum methane producing capacity (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) were taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively.

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazität (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 entnommen.

Table 6.3: Sheep, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)

B_0	0.19	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
MCF solid storage	0.02	kg kg ⁻¹ C
MCF deep litter	temperature dependent, 0.010 to 0.015	kg kg ⁻¹ C
MCF pasture/range	0.01	kg kg ⁻¹ C

Uncertainty of emission factors

The data concerning the feed requirement for the sheep breeds kept in Germany (KTBL, 2004, pg. 423) lead to the assumption that the amount of VS in sheep excreta is likely to be underestimated. At present, it is impossible to assess the

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Angaben über den Futterbedarf in Deutschland gehaltener Schafrassen (KTBL, 2004, S. 423) lassen erkennen, dass die Menge der Ausscheidungen im VS-default-Wert wahrscheinlich unterschätzt wird. Das Ausmaß der

overall uncertainty.

As the calculation procedure for CH₄ emissions relies on default VS excretion, it 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 %.

A normal distribution is assumed.

Unsicherheit insgesamt kann noch nicht angegeben werden.

Das Rechenverfahren für CH₄-Emissionen verwendet default-VS-Ausscheidungen. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Hierfür gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an.

Normalverteilung wird angenommen.

6.2.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The NMVOC emission factors are related to NH₃ emissions using the emission factors in Table 6.4.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den NH₃-Emissionen unter Verwendung der in Table 6.4 beschriebenen Emissionsfaktoren abgeleitet.

Table 6.4: Sheep, emission factors relating NMVOC emissions to NH₃ emissions

Species	EF_{NMVOC} in kg kg ⁻¹
dimethyl sulfide	0.221
dimethyl disulfide	
dimethyl trisulfide	
Acetone	0.092
acetic acid	0.297
propanoic acid	0.008
2-methyl propanoic acid	0.004
butanoic acid	0.003
2-methyl butanoic acid	0.011
3-methyl butanoic acid	0.007
pentanoic acid	0.000
Phenol	0.001
4-methyl phenol	0.148
3-ethyl phenol	0.001
Indole	0.000
3-methyl indole	0.000
Source: Hobbs et al. (2004)	

Uncertainty of emission factors

Hobbs et al. (2004) report a larger uncertainty for emissions from sheep manure than from cattle or pig manures. Thus, an uncertainty of 75 % is used in this inventory.

A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Hobbs et al. (2004) schreiben den NMVOC-Emission aus Schafsmist eine höhere Unsicherheit zu als dem von Rindern und Schweinen. Eine Unsicherheit von 75 % wird daher verwendet.

Eine Normalverteilung angenommen.

6.2.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The assessment is carried out separately for lambs and all sheep except lambs, in Chapters 0 and 6.4.

Die Berechnungen erfolgen für Lämmer und Schafe ohne Lämmer getrennt in den Kapiteln 0 und 6.4.

6.2.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

6.2.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.5: Sheep, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.14	
		CH ₄ manure management	EM1005.14	
		NM VOC		
		NH ₃		
		N ₂ O		
		NO		
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.18	AC1005.19
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.14	
		CH ₄ manure management	IEF1005.15	
		NM VOC		
		NH ₃		
		N ₂ O		
		NO		
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.88	AI1005PSH.90

6.3 Lambs / Lämmer

For the calculation of the emissions of nitrogen species and NMVOC, sheep are subdivided into the subcategories lambs and sheep without lambs.

All sheep younger than 1 a are considered to be lambs.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.6.

Für die Berechnung der Emissionen von Stickstoff-Spezies und NMVOC werden Schafe in die Unterkategorien Lämmer und Schafe ohne Lämmer unterteilt.

Lämmer sind dabei alle die Schafe, die jünger als 1 a sind.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.6 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.6: Lambs, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time	
				activities	EF	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation		see Chapter 6.2				
CH ₄	manure management		see Chapter 6.2				
NMVOC	manure management		see Chapter 6.2				
NH ₃	manure management	2		district	national		1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2		district	national		1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house						

6.3.1 Animal numbers / Tierzahlen

6.3.1.1 Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen

This inventory uses animal numbers of lambs as corrected according to Dämmgen (2005) (see Chapter 6.2.1.2 for details).

Verwendet werden die nach Dämmgen (2005) korrigierten Tierzahlen Lämmer (zu Einzelheiten vgl. Kapitel 6.2.1.2).

6.3.1.2 Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten

In Germany, 71 % of the lambs produced for slaughter are fattened in the house all the time, 24 % for the final phase of fattening, and only 5 % are fattened on pastures. (LKV, 2003; Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof).

In the house sheep are kept on bedding. Leachate is not formed.

In Deutschland sind 71 % der Schlachtlämmer aus Stallmast, 24 % aus Stallendmast und nur 5 % aus Weidemast (LKV, 2003; Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof).

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Jauchebildung findet nicht statt.

6.3.2 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

6.3.2.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

Lambs fattened in the house excrete 3.0 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (KTBL, 2004, pg. 227), 40 % of which are assumed to be TAN.

The fact that grazing lambs excrete 5 kg pl⁻¹ a⁻¹ N is neglected due to the low frequency of this procedure.

Lämmer in Intensivmast scheiden 3,0 kg pl⁻¹ a⁻¹ N aus (KTBL, 2004, S. 427). 40 % hiervon sind TAN.

Lämmer mit Weidemast scheiden 5 kg pl⁻¹ a⁻¹ N aus. Wegen der geringen Häufigkeit dieses Haltungsverfahrens bleibt der zusätzliche Beitrag dieser Lämmer unberücksichtigt.

6.3.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The NH_3 emission factor for grazing is 7.5 % of TAN, the N_2O emission factor is 0.005 kg kg^{-1} related to N excreted (IPCC(2006)-11.11). As a consequence, the emission factors for NO and N_2 are 0.0005 and $0.015 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, respectively.

The emission factor for the house is 30 % related to TAN. The amount of bedding material is sufficient to immobilise 40 % of TAN. The manure is stored in a heap and not incorporated after application.

NH_3 emission factors for storage are 60 % and 90 % for application, related to TAN. Emission factors for N_2O , NO and N_2 in the house equal those for grazing.

Der NH_3 -Emissionsfaktor beträgt 7,5 % bezogen auf Gesamt-N, der N_2O -Emissionsfaktor für Weidegang $0,005 \text{ kg kg}^{-1}$ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N_2 0,0005 bzw. $0,015 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Der Emissionsfaktor beträgt 30 % bezogen auf TAN. Die Einstreumenge ist hinreichend zur Immobilisierung von 40 % des TAN. Der Mist wird im Haufen gelagert.

Die NH_3 -Emissionsfaktoren sind 60 % (Lager) und 90 % (Ausbringung) bezogen auf TAN. Die Emissionsfaktoren für N_2O , NO und N_2 in Stall und Lager entsprechen denen für die Weide.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2002) -B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH_3 emission factors. Distribution normal.

The emission factors for N_2O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

For N_2O , we assume an uncertainty of 30 %, for NO and N_2 50 % seem adequate. The distribution is likely to be normal.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2002)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH_3 -Emissionsfaktoren an. Verteilung normal.

Die Emissionsfaktoren für N_2O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Wir nehmen für N_2O eine Unsicherheit von 30 % und für NO und N_2 eine solche von 50 % an, Verteilung normal.

6.3.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.7: Lambs, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH_4 enteric fermentation CH_4 manure management NMVOC NH_3 N_2O NO PM_{10} $\text{PM}_{2.5}$	EM1005.46 EM1009.15 EM1009.75 EM1009.143	EM1009.77
Activity data	Aktivitäten		AC1005.17	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH_4 enteric fermentation CH_4 manure management NMVOC NH_3 N_2O NO PM_{10} $\text{PM}_{2.5}$		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.98	AI1005PSH.99

6.4 Ewes and other adult sheep / Mutterschafe und übrige erwachsene Schafe

For the calculation of the emissions of nitrogen species and NMVOC, sheep are subdivided into the subcategories lambs and sheep without lambs.

All sheep elder than 1 a are considered to be adult sheep.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.8.

Für die Berechnung der Emissionen von Stickstoff-Spezies und NMVOC werden Schafe in die Unterkategorien Lämmer und Schafe ohne Lämmer unterteilt.

Als erwachsene Schafe gelten die Tiere, die älter als 1 a sind.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.8 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.8: Sheep without lambs, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space activities		Resolution in time EF
CH ₄	enteric fermentation		see Chapter 6.2			
CH ₄	manure management		see Chapter 6.2			
NMVOC	manure management		see Chapter 6.2			
NH ₃	manure management	2		district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2		district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

6.4.1 Animal numbers / Tierzahlen

6.4.1.1 Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen

This inventory uses animal numbers of lambs as corrected according to Dämmgen (2005) (see Chapter 6.2.1.2 for details).

Verwendet werden die nach Dämmgen (2005) korrigierten Tierzahlen Lämmer (zu Einzelheiten vgl. Kapitel 6.2.1.2).

6.4.1.2 Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten

Adult sheep spend 10 months per year on pastures (all day).

In the house sheep are kept on bedding. Leachate is not formed.

Erwachsene Tiere sind 10 Monate pro Jahr ganztägig auf der Weide.

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Jauchebildung findet nicht statt.

6.4.2 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

6.4.2.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

In Germany, an N excretion of about 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.

N-Ausscheidungen um 10 kg pl⁻¹ a⁻¹ werden in Deutschland für ein Mutterschaf ohne Lämmer angesetzt (KTBL, 2004, S. 427). Dieser Wert wird auch für alle anderen erwachsenen Schafe verwendet.

6.4.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

Grazing: The NH₃ emission factor for grazing is 7.5 % of TAN, the N₂O emission factor is 0.005 kg kg⁻¹ related to N excreted (IPCC(2006)-11.11). As a consequence, the emission factors

Weide: Der NH₃-Emissionsfaktor beträgt 7,5 % bezogen auf Gesamt-N, der N₂O-Emissionsfaktor für Weidegang 0,005 kg kg⁻¹ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11).

for NO and N₂ are 0.0005 and 0.015 kg kg⁻¹ N, respectively.

Housing: The emission factor for the house is 30 % related to TAN. The amount of bedding material is sufficient to immobilise 40 % of TAN. The manure is stored in a heap and not incorporated after application.

Storage and spreading: NH₃ emission factors for storage are 60 % and 90 % for application, related to TAN. Emission factors for N₂O, NO and N₂ in the house equal those for grazing.

Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N₂ 0,0005 bzw. 0,015 kg kg⁻¹ N.

Stall: Der Emissionsfaktor beträgt 30 % bezogen auf TAN. Die Einstreumenge ist hinreichend zur Immobilisierung von 40 % des TAN. Der Mist wird im Haufen gelagert.

Lager und Ausbringung: Die NH₃-Emissionsfaktoren sind 60 % (Lager) und 90 % (Ausbringung) bezogen auf TAN. Die Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂ in Stall und Lager entsprechen denen für die Weide.

6.4.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.9: Sheep without lambs, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	EM1005.45 EM1009.14 EM1009.72 EM1009.142 EM1009.74
Activity data	Aktivitäten		
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005PSH.91 ¹⁾	AI1005PSH.114 ¹⁾
¹⁾ with gaps			

6.5 Sheep – collective description / Schafe - zusammenfassende Daten

6.5.1 Mean N excretion rate / Mittlere N-Ausscheidungen

The total of N excretions of lambs and sheep without lambs is divided by the total number of sheep:

Die Summe der N-Ausscheidungen von Lämmern und Schafen ohne Lämmer wird durch die Gesamtzahl der Schafe dividiert:

$$m_{\text{excr, mean, sh}} = \frac{n_{\text{la}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, la}} + n_{\text{ew}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, ew}}}{n_{\text{la}}^* + n_{\text{ew}}^*} \quad (6.5)$$

where

$m_{\text{excr, mean, sh}}^*$ mean amount of N excreted by sheep (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 n_{la}^* corrected number of lambs (in pl)
 $m_{\text{excr, mean, la}}^*$ mean amount of N excreted by lambs (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 n_{ew}^* corrected number of ewes and other adult sheep (in pl)

6.5.2 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

As most neighbouring countries, Germany makes use of the default emission factors, which is then reflected in the IEF in Table 6.10.

Die resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für Deutschland sind die default-Faktoren, wie sie auch in den meisten benachbarten Staaten verwendet werden (Table 6.10).

Live weights before slaughtering are in the range between 35 and 40 kg an⁻¹. Thus, the information provided in IPCC(2006)-10.28 is thought to be adequate for Germany.

Die Lebendgewichte vor Schlachtung liegen zwischen 35 und 40 kg an⁻¹; dies entspricht den Annahmen in IPCC(2006)-10.28 weitgehend.

Table 6.10: Sheep, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors for sheep (submission 2008)

	mean ani- mal weight in kg an ⁻¹	VS excre- tion in kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ , ent in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ , MM in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	IEF		
						NH ₃ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NO in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	43.00	0.40	13.10	8.00	0.19	2.6		
Belgium	50.00	0.46	7.43	8.18	0.59			
Czech Republic			20.00	8.00	0.19	0.9		
Denmark	70.00	0.74	16.95	17.17	0.32	1.4		
Germany		0.40	7.37	8.00	0.30	0.53	0.018	0.002
France		0.40	18.34	8.00	0.28	0.9		
Netherlands				8.00	0.18			
Poland	63.00	0.36		7.83	0.16			
Switzerland		0.40		10.43	0.35	1.0		
United Kingdom			5.51	4.86	0.12	0.3		
IPCC default (IPCC(2006)- 10.28)				8.00	0.19			

Sources: UNFCCC 2007, Table 4.A, EMEP (2008)

Germany uses default VS excretions, as most other countries do.

Deutschland nutzt wie die meisten anderen Staaten den default Werte für VS-Ausscheidungen.

N excretions of sheep in Europe are compiled in Table 6.10. They show a very wide variation which cannot be explained. Only the Czech Republic uses the IPCC default N excretion of 20 kg pl⁻¹ a⁻¹ (IPCC(1996)-3-4.99.

Der Vergleich der N-Ausscheidungen von Schafen in Europa in Table 6.10 zeigt deutliche und kaum erklärbare Unterschiede. Nur die Tschechische Republik verwendet den IPCC-default-Wert von 20 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (IPCC(1996)-3-4.99.

The CH₄ emission factor used for enteric fermentation is the default value. It is obvious from Table 6.10 that this value may underestimate emissions in developed countries in Western Europe.

A CH₄ emission factor for manure management can be estimated and is above the default factor. It is comparable to that for Denmark, France and Switzerland.

For NH₃, the implied emission factor is in the same order of magnitude as in the UK.

Der für die Rechnungen verwendete CH₄-Emissionsfaktor für Emissionen aus der Verdauung ist in den meisten Fällen der default-Faktor (Table 6.10) für entwickelte Staaten in Westeuropa.

Für CH₄ aus dem Wirtschaftsdünger-Management kann ein Emissionsfaktor bestimmt werden, der deutlich über dem default-Wert liegt und größenordnungsmäßig dem für Dänemark, Frankreich und der Schweiz entspricht.

Bei den NH₃-Emissionsfaktoren liegen nur die Werte für das Vereinigte Königreich in der gleichen Größenordnung-

6.5.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.11: Sheep, collective description, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation EM1004.14	
		CH ₄ manure management EM1005.14	
		NMVOC EM1005.47	
		NH ₃ EM1009.16	
		N ₂ O EM1009.78	EM1009.80
		NO EM1009.144	
		PM ₁₀	
		PM _{2.5}	
Activity data	Aktivitäten	AC1005.18	AC1005.19
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation IEF1004.14	
		CH ₄ manure management IEF1005.14	
		NMVOC IEF1005.42	
		NH ₃ IEF1009.13	
		N ₂ O IEF1009.40	
		NO IEF1009.67	
		PM ₁₀	
		PM _{2.5}	
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005PSH.89 ¹⁾	AI1005PSH.121 ¹⁾
¹⁾ with gaps			

6.6 Goats / Ziegen

Goats are not included in the German census. Their numbers are available as national total only. No performance data are available.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.12.

Ziegen werden in der deutschen Tierzählung nicht erfasst. Ihre Anzahl wird für ganz Deutschland geschätzt. Leistungsdaten sind nicht verfügbar.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.12 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.12: Goats, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	1	IPCC	national	national	1 a
CH ₄	manure management	1	IPCC	national	national	1 a
NM VOC	manure management					
NH ₃	manure management	1	EMEP	national	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	1	IPCC	national	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

6.6.1 Animal number and animal performances / Tierzahlen und Leistungsdaten

6.6.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers for goats are not included in the German agricultural statistics.

Official estimates of these numbers are provided by the Federal Ministry of Consumer Protection, Nutrition and Agriculture, since 2005 by Statistisches Bundesamt Deutschland (German national statistics).

Until further notice, the numbers estimated for 2006 will be extrapolated without change.

Tierzahlen für Ziegen werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst.

Stattdessen wird die offizielle Schätzung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, seit 2005 die des Statistischen Bundesamtes verwendet.

Die für 2006 geschätzten Zahlen werden bis auf Weiteres unverändert fortgeschrieben.

Uncertainty of activity data

The animal numbers are reported as ten thousands of animals, which in itself contains an uncertainty of about 7 %. For this inventory, an uncertainty of 10 % is assumed, distribution normal.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Angaben erfolgen in zehntausenden Tieren. Hierin begründet sich bereits eine Unsicherheit von etwa 7 %. Angenommen wird für dieses Inventar eine Unsicherheit von 10 % bei normaler Verteilung.

6.6.1.2 Animal performance / Leistungsdaten

No performance data are available.

Leistungsdaten sind nicht verfügbar.

6.6.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The default emission factor $EF_{CH_4, \text{ent, go}} = 5 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ as in IPCC(2006)-10.28 is used.

According to IPCC(2006)-10.28 the uncertainty amounts to 30 – 50 %, assumed to be normally distributed.

Der Default-Emissionsfaktor $EF_{CH_4, \text{ent, go}} = 5 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ aus IPCC(2006)-10.28 wird verwendet.

Die Unsicherheit beträgt laut IPCC(2006)-10.28: 30 – 50 %, angenommene Verteilung ist normal.

6.6.3 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The default emission factor of $0.13 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ CH_4 proposed in IPCC(2006)-10.40 is used.

It reflects the amounts of "volatile solids" (VS) excreted, the maximum methane producing capacity (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) that were taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively.

Der Default-Wert von $0.13 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ CH_4 aus IPCC(2006)-10.40 wird verwendet.

Dies spiegelt die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazität (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) wider, die in IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 aufgeführt sind.

Table 6.13: Goats, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)

B_0	0.18	$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$
MCF solid storage	0.02	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
MCF deep litter	temperature dependent, 0.010 to 0.015	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
MCF pasture/range	0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$

6.6.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

No procedure to assess NMVOC emissions from goats is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Ziegenhaltung ist kein Verfahren verfügbar.

6.6.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

6.6.5.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

The data on N excretion available for Germany is $11 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N for all animals (LfL, 2004a). All calculations are based on this figure.

Die offiziell verfügbaren deutschen Zahlen (LfL, 2004a) sehen für Ziegen (ohne weitere Unterteilung) eine Ausscheidung von $11 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N vor. Dieser Wert wird in den Rechnungen verwendet.

6.6.5.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

Emission factors are taken over from sheep husbandry. However, it is assumed that 50 % of the animals are housed permanently, whereas 50 % are grazing all day. The grazing period lasts 250 d a^{-1} . (Source: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof)

The N_2O emission factor for grazing proposed in IPCC(2006)-11.11 (0.005 kg kg^{-1} related to N excreted) is used. The derived emission factors for NO and N_2 are 0.0005 and 0.015 kg kg^{-1} , respectively.

In the house, goats are kept on bedding. The

Die Emissionsfaktoren werden aus der Schafhaltung übernommen: Es wird angenommen, dass 50 % der Ziegen nur im Stall sind, 50 % ganztägig auf der Weide. Die Weideperiode beträgt 250 d a^{-1} . (Quelle: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof)

Der N_2O -Emissionsfaktor für Weidegang beträgt $0,005 \text{ kg kg}^{-1}$ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N_2 $0,0005$ bzw. $0,015 \text{ kg kg}^{-1}$ N.

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Die Einstreumenge ist hinrei-

amount of bedding is sufficient to allow an immobilisation of 40 % of the TAN excreted. Manure is stored in a heap.

EMEP(2002)-B1090-9 provides a simpler methodology to assess NH₃ emissions, following that for sheep. However, as only the total number of goats is known, this approach cannot be applied as the number of nanny-goats is not known.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2002) -B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors. Distribution normal.

The emission factors for N₂O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

For N₂O, we assume an uncertainty of 30 %, for NO and N₂ 50 % seem adequate. The distribution is likely to be normal.

chend zur Immobilisierung von 40 % des TAN. Der Mist wird im Haufen gelagert.

EMEP(2002)-B1090-9 gibt für NH₃-Emissionen ein einfacheres Verfahren in Anlehnung an Schafe an. Die Werte für Schafe können nicht übernommen werden, da für Deutschland nur die Gesamtzahl der Ziegen bekannt ist. Der Bezug zu Mutterziegen kann daher nicht nachvollzogen werden.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2002)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an. Verteilung normal.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Wir nehmen für N₂O eine Unsicherheit von 30 % und für NO und N₂ eine solche von 50 % an, Verteilung normal.

6.6.6 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Table 6.14: Goats, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (submission 2008)

	mean animal weight in kg an ⁻¹	VS excretion in kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	IEF				
				CH ₄ , ent in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ , MM in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NH ₃ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NO in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	30.00	0.28	12.30	5.00	0.12	2.56		
Belgium	50.00	0.55	9.34	8.73	0.59			
Czech Republic				5.00	0.12	0.91		
Denmark	70.00	0.74	16.36	13.15	0.32	1.33		
Germany			11.00	5.00	0.30	1.50	0.02	0.003
France		0.28	25.00	5.00	0.18	0.83		
Netherlands		0.34		5.00				
Poland	30.00	0.28	25.00	5.00	0.12			
Switzerland		0.28	9.49	9.99	0.39	3.34		
United Kingdom			11.90	5.00	0.12	2.56		
IPCC default (IPCC(2006)-10.28)	40.00	0.30		5.00	0.13			

Sources: UNFCCC 2007, Table 4.A

Almost without exception, the calculation of emissions from sheep rely on the use of default values.

Die Berechnungen der Emissionen aus der Ziegen Haltung beruhen fast ausschließlich auf default-Werten.

6.6.7 *Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen*

Table 6.15: Goats, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.15
		CH ₄ manure management	EM1005.15
		NM VOC	
		NH ₃	EM1009.17
		N ₂ O	EM1009.81
		NO	EM1009.145
		PM ₁₀	
		PM _{2.5}	
Activity data	Aktivitäten	AC1005.20	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.15
		CH ₄ manure management	IEF1005.15
		NM VOC	
		NH ₃	IEF1009.14
		N ₂ O	IEF1009.41
		NO	IEF1009.68
		PM ₁₀	
		PM _{2.5}	
Additional information	zusätzliche Informationen		

7 Horses, mules and asses / Pferde, Maultiere und Esel

7.1 Horses, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei Pferden

Horses, mules and asses are not a key source for any of the greenhouse gases to be reported.

However, horses are a key source for ammonia (CEIP/EEA, 2008).

Thus, the inventory goes along with the recommendation of IPCC(2006)-10.08 to form subcategories, wherever possible and useful.

The horses kept in Germany can be subdivided into heavy horses and light horses. The latter subcategory includes ponies).

Pferde, Maultiere und Esel sind keine Hauptquellgruppe für eines der zu berichtenden Treibhausgase.

Pferde sind nach CEIP/EEA (2008) eine Hauptquellgruppe für Ammoniak.

Das Inventar folgt deshalb der Empfehlung, Subkategorien einzuführen, wenn dies möglich und dienlich ist (IPCC(2006)-10.08).

Die in Deutschland gehaltenen Pferde lassen sich sinnvoll in Groß- und Kleinpferde (mit Ponys) unterteilen.

7.1.1 Correction of the number of horses / Korrektur der Pferdezahlen

Only those horses which are reported in the agricultural census are considered. For a major bias concerning these horse numbers in German statistics and their correction see Dämmgen (2005).

A change in the margins of the German animal census resulted in a kink in the time series. Thus, horse numbers after 1998 are corrected. The correction factors with which animal numbers have to be multiplied are listed in Table 7.1.

Erfasst werden lediglich diejenigen Pferde, die in den landwirtschaftlichen Statistiken ausgewiesen werden. Zu den prinzipiellen Fehlern bei den Tierzahlen für landwirtschaftliche Pferde und deren Korrektur siehe Dämmgen (2005).

Eine Änderung des Agrarstatistikgesetzes führte zu einer Änderung der Erfassungsgrundlage. Die Pferdezahlen nach 1998 werden korrigiert. Die verwendeten Faktoren, mit denen die Tierzahlen multipliziert werden, gehen aus Table 7.1 hervor.

$$n_{ho}^* = n_{ho} \cdot f_{ho} \quad (7.1)$$

where

n_{ho}^*	number of horses considered
n_{ho}	number of horses reported in the German census
f_{ho}	conversion factor for horses (see Table 7.1). The same procedure applies to ponies.

Table 7.1: Horses, Conversion factors for numbers of ponies and heavy horses to be applied from 1999 onwards

	ponies f_{po}	heavy horses f_{ho}
Baden-Württemberg	2.0	1.3
Bayern	1.5	1.4
Brandenburg	2.3	1.1
Hessen	2.1	1.4
Mecklenburg-Vorpommern	4.4	1.0
Nordrhein-Westfalen	2.2	1.8
Niedersachsen	1.6	1.4
Rheinland-Pfalz	1.8	1.4
Saarland	1.6	1.3
Sachsen	1.9	1.5
Sachsen-Anhalt	7.1	4.2
Schleswig-Holstein	1.3	1.2
Thüringen	2.6	1.5

For all Federal States, the 2005 census does not differentiate between ponies and heavy horses. The estimate uses the ratio of heavy to light horses given for 2003.

2005 fehlen für alle Bundesländer Zahlen von Ponys und Kleinpferden. Sie werden über das letzte bekannte, aus dem Jahr 2003 stammende Verhältnis zur Gesamtpferdezahl geschätzt.

Uncertainty of activity data

Due to the fact that hobby horses are (almost) not counted, horse numbers have an uncertainty of about 100 %. Horse numbers are definitely biased. However, there is no means to estimate the extent to which the data are biased. Therefore, an uncertainty of 100 % with a normal distribution is assumed as a temporary solution to the problem.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Unsicherheit der Pferdezahlen beträgt angesichts der Tatsache, dass die Freizeitpferde praktisch nicht erfasst sind, größenordnungsmäßig 100 %. Der Fehler ist zum größeren Anteil systematisch. Für die Schätzung der Unsicherheit in diesem Inventar ist diese Angabe nicht verwertbar. Angenommen wird daher vorläufig eine Unsicherheit von 100 % mit normaler Verteilung.

7.1.2 Methane from storage – characteristic values / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management - charakteristische Größen

7.1.2.1 Animal behaviour and excretion / Tierverhalten und Ausscheidungen

If horses are kept outdoors part of the day, it is assumed that 90 % of the renal N is excreted within the stables. However, 100 % of the dung will be dropped on the pasture, if possible. Further assumptions concern the duration of the grazing period (180 d a^{-1}), with a daily grazing time of (10 h d^{-1}).

Es wird angenommen, dass auch bei halbtägiger Weidehaltung 90 % des Harn-N im Stall ausgeschieden werden, 100 % des Kot-N dagegen auf der Weide. Weiterhin wird angenommen, dass die Weideperiode 180 d a^{-1} beträgt und dass alle Tiere 10 h d^{-1} weiden.

7.1.2.2 Characteristic values / Charakteristische Größen

Table 7.2: Horses, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used for horses in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)

B_0	0.3	$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$
MCF solid storage	0.02	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
MCF pasture/range	0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$

7.2 Heavy horses / Großpferde

The German inventory differentiates between heavy and light horses.

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 procedures compiled in Table 7.3.

In Deutschland wird zwischen Großpferden, Kleinpferden und Ponys unterschieden.

Großpferde sind dabei alle Pferde mit einem Stockmaß von 148 cm und mehr.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 7.3 zusammengestellten Verfahren.

Table 7.3: Heavy horses, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space activities	Resolution in space EF	Resolution in time EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	national	1 a
NM VOC	manure management					
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

7.2.1 Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf

7.2.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4). These data are biased and have to be corrected as described in Chapter 7.1.1.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4). Die angegebenen Daten müssen wie in Kapitel 7.1.1 beschrieben korrigiert werden.

7.2.1.2 Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf

The mean weight of heavy horses is between 500 and 600 kg an⁻¹. "Occasional work" is typical for heavy horses.

Such horses have a gross energy intake of 110 MJ an⁻¹ d⁻¹ (Blum, 2002) and an intake of metabolisable energy of 89 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, pg. 54).

Als mittleres Gewicht für Großpferde werden in diesem Inventar 500 bis 600 kg an⁻¹ angesetzt. Typisch für Großpferde ist "leichte Arbeit".

Solche Pferde haben eine Gesamtenergieaufnahme von 110 MJ an⁻¹ d⁻¹ (Blum, 2002) und eine Aufnahme von verdaulicher Energie von 89 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, S. 54).

7.2.2 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

According to IPCC(2006)-10.28, the default emission factor for enteric fermentation of horses is 18 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄, and is given for a typical weight of 550 kg an⁻¹.

Nach IPCC(2006)-10.28 beträgt der Default-Wert für die Emission aus der Verdauung 18 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄ für Pferde mit einem mittleren Gewicht von 550 kg an⁻¹.

Uncertainty of emission factors

According to IPCC(2006), the uncertainty is 30 %. A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit beträgt nach IPCC(2006) 30 %. Eine Normalverteilung wird angenommen.

7.2.3 *CH₄ emissions from manure management / CH₄-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted, the maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) were taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively (see Table 7.2).

The VS excretion rate amounts to 2.13 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS.

Horses are kept on straw with regular grazing.

Straw input is about 8 kg pl⁻¹ d⁻¹. Carbon inputs with straw are considered with respect to emissions.

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 entnommen (siehe Table 7.2).

Die VS-Ausscheidungen betragen 2,13 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS.

Pferde werden auf Stroh gehalten. Sie weiden regelmäßig.

Der Stroh-Eintrag liegt bei 8 kg pl⁻¹ d⁻¹ und wird bei den Emissionrechnungen berücksichtigt.

7.2.4 *NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

No procedure to assess NMVOC emissions from horses is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Pferdehaltung ist kein Verfahren verfügbar.

7.2.5 *Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies*

7.2.5.1 *Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung*

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 an⁻¹ a⁻¹ N. 0.40 kg kg⁻¹ are assumed to be TAN.

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 an⁻¹ a⁻¹ N ausgeschieden. Der TAN-Anteil wird zu 0,40 kg kg⁻¹ angenommen.

7.2.5.2 *Emissions factors / Emissionsfaktoren*

EMEP(2002)-B1090-9 uses a N excretion of about 50 kg pl⁻¹ a⁻¹; the resulting emission factor is $EF_{NH_3} = 5.1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

If one calculates emissions according to the mass flow approach, total N excretions add up to 16 to 17 kg pl⁻¹ a⁻¹.

The N₂O emission factor for grazing proposed in IPCC(2006)-11.11 (0.005 kg kg⁻¹ related to N excreted) is used. The derived emission factors for NO and N₂ are 0.0005 and 0.015 kg kg⁻¹, respectively.

Emissions from storage are treated by analogy.

The methodology used for beef cattle is applied by analogy.

EMEP(2002)-B1090-9 sieht N-Ausscheidungen in der Größenordnung von 50 kg pl⁻¹ a⁻¹ N vor. Der Emissionsfaktor ist $EF_{NH_3} = 5,1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

Berechnet man die Emissionen nach dem Massenfluss-Verfahren, so ergeben sich Gesamt-NH₃-Emissionen von etwa 16 bis 17 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃.

Der N₂O-Emissionsfaktor für Weidegang beträgt 0,005 kg kg⁻¹ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N₂ 0,0005 bzw. 0,015 kg kg⁻¹ N.

Entsprechendes gilt für die Emissionen aus dem Lager.

Das Verfahren für Mastrinder wird sinngemäß angewandt.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2002) -B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors. However, for horses an uncertainty of 50 % is more likely to be adequate. Distribution normal.

The emission factors for N₂O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

For N₂O, we assume an uncertainty of 30 %, for NO and N₂ 50 % seem adequate. The distribution is likely to be normal.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2002)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an. Für Pferde wird dagegen eine Unsicherheit von 50 % angenommen. Verteilung normal.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Wir nehmen für N₂O eine Unsicherheit von 30 % und für NO und N₂ eine solche von 50 % an, Verteilung normal.

7.2.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. The transfer of cattle data seems to be inadequate. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Die Übertragung der Daten für Rinder erscheint unangemessen. Eine Berechnung entfällt daher.

7.2.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 7.4: Heavy horses, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	EM1004.16 EM1005.16 EM1009.18 EM1009.84 EM1009.146 EM1009.86
Activity data	Aktivitäten	AC1005.21	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	IEF1004.16 IEF1005.16 IEF1009.15 IEF1009.42 IEF1009.69
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005PSH.122	AI1005PSH.129

7.3 Light horses and ponies / Kleinpferde und Ponys

The German inventory differentiates between heavy and light horses.

All horses whose size as measured from the top of the withers to the ground falls below 14 hands or 148 cm are called light horses.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 7.5.

In Deutschland wird zwischen Großpferden, Kleinpferden und Ponys unterschieden.

Kleinpferde und Ponys sind dabei alle Pferde mit einem Stockmaß von weniger als 148 cm.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 7.5 zusammengestellten Verfahren.

Table 7.5: Light horses and ponies, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time	
				activities	EF	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	national	1 a	
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	national	1 a	
NM VOC	manure management						
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	national	1 a	
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	national	1 a	
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house						

7.3.1 Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf

7.3.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4). These data are biased and have to be corrected as described in Chapter 7.1.1.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4). Die angegebenen Daten müssen wie in Kapitel 7.1.1 beschrieben korrigiert werden.

7.3.1.2 Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf

In this inventory, the mean weight of light horses is assumed to be 300 kg an⁻¹. "Occasional work" is typical for light horses.

Such horses have an intake of metabolisable energy of 57.5 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, pg. 54).

Als mittleres Gewicht für Kleinpferde werden in diesem Inventar 300 kg an⁻¹ angesetzt. Typisch für Kleinpferde ist "leichte Arbeit".

Solche Pferde haben eine Aufnahme von verdaulicher Energie von 57,5 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, S. 54).

7.3.2 Animal performance and emission factors / Tierische Leistung und Emissionsfaktoren

For light horses and ponies with a typical weight of 300 kg an⁻¹, a reduced energy intake (two thirds of heavy horses) is assumed and a reduced emission factor of 12 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄ is used in analogy to the treatment of N excretions.

Für Kleinpferde und Ponys mit einem mittleren Gewicht von etwa 300 kg an⁻¹ wird in Analogie zur N-Ausscheidung eine um ein Drittel geringere Energieaufnahme und entsprechend ein Emissionsfaktor von 12 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄ verwendet.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(2006)-10.28: 30 – 50 %, assumed to be normally distributed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Laut IPCC(2006)-10.28: 30 – 50 %, angenommene Verteilung normal.

7.3.3 *CH₄ emissions from manure management / CH₄-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted, the maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) were taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively (see Table 7.2).

The VS excretion rate is derived from that of heavy horses according to the reduction of the energy input and amounts to $1.38 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ VS}$.

Horses are kept on straw with regular grazing. Straw input is about $5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Carbon inputs with straw are considered with respect to emissions.

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 entnommen (siehe Table 7.2).

Die VS-Ausscheidungen werden analog zur Reduktion des Energiebedarfs aus denen für Großpferde abgeleitet und betragen $1,38 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ VS}$.

Pferde werden auf Stroh gehalten. Sie weiden regelmäßig.

Der Stroh-Eintrag liegt bei $5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ und wird bei den Emissionsrechnungen berücksichtigt.

7.3.4 *NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

No procedure to assess NMVOC emissions from horses is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Pferdehaltung ist kein Verfahren verfügbar.

7.3.5 *Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies*

7.3.5.1 *Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung*

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 $33.4 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$. 0.40 kg kg^{-1} are assumed to be TAN.

Nach DLG (2005), S. 55, werden von Reitponys bei gemischter Stall-/Weidehaltung (Gewicht 300 kg an^{-1}) und leichter Arbeit $33,4 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ausgeschieden. Der TAN-Anteil wird zu $0,40 \text{ kg kg}^{-1}$ angenommen.

7.3.5.2 *Emissions factors / Emissionsfaktoren*

EMEP(2002)-B1090-9 uses a N excretion of about $50 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$; the emission factor is $EF_{\text{NH}_3} = 5.1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

If one calculates emissions using a mass flow procedure, NH_3 emissions add up to about $10 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

The N_2O emission factor for grazing proposed in IPCC(2006)-11.11 (0.005 kg kg^{-1} related to N excreted) is used. The derived emission factors for NO and N_2 are 0.0005 and 0.015 kg kg^{-1} , respectively.

The methodology used for beef cattle is applied by analogy.

EMEP(2002)-B1090-9 sieht N-Ausscheidungen in der Größenordnung von $50 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ vor. Der Emissionsfaktor ist $EF_{\text{NH}_3} = 5,1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

Berechnet man die Emissionen nach dem Massenfluss-Verfahren, so ergeben sich Gesamt- NH_3 -Emissionen von etwa $10 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

Der N_2O -Emissionsfaktor für Weidegang beträgt $0,005 \text{ kg kg}^{-1}$ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N_2 $0,0005$ bzw. $0,015 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Das Verfahren für Mastrinder wird sinngemäß angewandt.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2002)-B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors. However, for horses an uncertainty of 50 % is more likely to be adequate. Distribution normal.

The emission factors for N₂O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

For N₂O, we assume an uncertainty of 30 %, for NO and N₂ 50 % seem adequate. The distribution is likely to be normal.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2002)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an. Für Pferde wird dagegen eine Unsicherheit von 50 % angenommen. Verteilung normal.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Wir nehmen für N₂O eine Unsicherheit von 30 % und für NO und N₂ eine solche von 50 % an, Verteilung normal.

7.3.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. The transfer of cattle data seems to be inadequate. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Die Übertragung der Daten für Rinder erscheint unangemessen. Eine Berechnung entfällt daher.

7.3.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 7.6: Light horses and ponies, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation EM1004.17	
		CH ₄ manure management EM1005.17	
		NM VOC	
		NH ₃ EM1009.19	
		N ₂ O EM1009.87	EM1009.89
		NO EM1009.147	
		PM ₁₀	
		PM _{2.5}	
Activity data	Aktivitäten	AC1005.22	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation IEF1004.17	
		CH ₄ manure management IEF1005.17	
		NM VOC	
		NH ₃ IEF1009.16	
		N ₂ O IEF1009.43	
		NO IEF1009.70	
		PM ₁₀	
		PM _{2.5}	
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005PSH.130	AI1005PSH.137

7.4 Horses – collective description / Pferde - zusammenfassende Daten

7.4.1.1 Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen

The total of VS and N excretions is divided by the total number of horses:

Die Summe aller VS- und N-Ausscheidungen wird durch die Gesamtzahl der Pferde dividiert:

$$VS_{\text{mean, horses}} = \frac{n_{\text{ho}}^* \cdot VS_{\text{mean, ho}} + n_{\text{po}}^* \cdot VS_{\text{mean, po}}}{n_{\text{ho}}^* + n_{\text{po}}^*} \quad (7.2)$$

$$m_{\text{excr, mean, horses}} = \frac{n_{\text{ho}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, ho}} + n_{\text{po}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, po}}}{n_{\text{ho}}^* + n_{\text{po}}^*} \quad (7.3)$$

where

$VS_{\text{mean, horses}}$	mean amount of VS excreted by horses (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ VS)
n_{ho}^*	corrected 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)
n_{po}^*	corrected number of light horses and ponies (in pl)
$m_{\text{excr, mean, horses}}$	mean amount of N excreted by horses (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

7.4.1.2 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

VS and N excretion rates are comparable to those which were calculated for other countries. However, these differ from the respective default values.

The comparison of the implied emission factors for CH₄ from enteric fermentation with those of neighbouring countries (Table 7.7) 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. The data underlying the respective default value definitely applies to heavy horses.

CH₄ emissions from manure management differ considerably between the various states. German emissions factors are highest.

For NH₃, emission factors are in the same order of magnitude as those from Switzerland and the United Kingdom.

In Germany, it was necessary to differentiate horse numbers and identify heavy and light horses in order to get steady time series for activity data. The resulting overall emissions for horses do not affect German overall emissions.

Die VS- und N-Ausscheidungen liegen im üblichen Rahmen, sofern diese berechnet werden. Sie unterscheiden sich deutlich von den default-Werten.

Der Vergleich der resultierenden Emissionsfaktoren für CH₄ aus der Verdauung mit denen der benachbarten Länder (Table 7.7) ergibt, dass für Deutschland die geringsten Werte ermittelt wurden. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass in Deutschland eine erhebliche Menge an Pferden mit deutlich geringerem Körpergewicht (Kleinpferde und Ponys) berücksichtigt wurde. Die Beschreibung der den default-Werten zu Grunde liegenden Leistungsdaten treffen aber nur auf Großpferde zu.

Die CH₄-Emissionsfaktoren für Wirtschaftsdünger-Management der einzelnen Staaten unterscheiden sich erheblich. Die deutschen Werte sind die höchsten.

Bei den NH₃-Emissionen sind die Daten aus der Schweiz und aus dem Vereinigten Königreich mit den deutschen Werten vergleichbar.

Die in Deutschland notwendige Differenzierung zur Erstellung einer stetigen Zeitreihe für die Aktivitäten hat keinen merklichen Einfluss auf die deutschen Gesamtemissionen.

Table 7.7: Horses, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors for horses (submission 2007)

	mean animal weight in kg a ⁻¹	VS excretion kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N excretion kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ , ent in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ , MM in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NH ₃ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NO in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	238.00	1.72	47.90	18.00	1.39	8.4		
Belgium	500.00	5.00	58.62	20.17	3.25			
Czech Republic				18.00	1.39	8.0		
Denmark	600.00	2.60	43.31	21.34	1.56	6.5		
Germany		1.92	48.03	16.34	4.70	13.7	0.35	0.05
France	18.00	1.72	25.00	18.00	2.10	7.1		
Netherlands				18.00	3.47			
Poland	238.00	1.72	25.00	18.00	1.39	9.7		
Switzerland		1.72	42.29	23.09	1.39	16.4		
United Kingdom			50.00	18.00	1.40	12.7		
IPCC default (IPCC(2006)-10.28)		2.13		18.00				

Sources: UNFCCC 2007, Table 4.A, EMEP (2008)

7.4.2 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 7.8: Horses, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	EM1004.18 EM1005.18 EM1009.20 EM1009.90 EM1009.148 EM1009.92
Activity data	Aktivitäten	AC1005.23	AC1005.24
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2.5}	IEF1004.18 IEF1005.18 IEF1009.17 IEF1009.44 IEF1009.71
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005PSH.138	AI1005PSH.156

7.5 Mules and asses / Maultiere und Esel

Mules and asses are not covered by official statistics. At present, the numbers of animals kept in Germany amount to about 6000 to 8000 asses and 500 mules (Deutsches Eselstammbuch, 2003, private communication).

Emissions from asses and mules are not reported.

Esel und Maultiere werden in den offiziellen Statistiken nicht erfasst. Die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tiere beläuft sich derzeit auf etwa 6000 bis 8000 Esel und 500 Maultiere und Maulesel (Deutsches Eselstammbuch, 2003, fernmündl. Mitteilung).

Über Emissionen aus der Haltung von Eseln und Maultieren wird nicht berichtet.

8 Other mammals / Andere Säugetiere

8.1 Fur animals / Pelztier

Fur animals are not a key category. The aim of following description is to prove that this animal category is negligible for the purpose of emission reporting.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 8.1.

Pelztier sind keine Hauptquellgruppe. Die nachfolgende Darstellung hat zum Ziel, nachzuweisen, dass die Behandlung dieser Tiergruppe im Emissionsinventar überflüssig ist.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 8.1: Fur animals, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space activities	Resolution in time EF	Resolution in time EF
CH ₄	enteric fermentation					
CH ₄	manure management					
NM VOC	manure management	1				
NH ₃	manure management		EMEP	national	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management					
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

8.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

In Germany, the number of fur animals kept is small. Animal categories and numbers are listed in Table 8.2. Although heavy restrictions are imposed on fur animal husbandry, a ban of fur production is unlikely in the near future.

Animal numbers for fur animals are not part of the official statistics. The Federal Ministry of Consumer Protection, Nutrition and Agriculture obtained animal numbers for the year 2000 by inquiry from the respective Länder departments. The reconstruction of a time series of animal numbers is unlikely to be successful. The animal numbers reported are listed in Table 8.2.

In Deutschland werden Pelztier in geringem Umfang gehalten. Zu den Arten und Tierzahlen siehe Table 8.2. Für die Pelztierhaltung wurden zwar erheblichen Auflagen gemacht. Ein Verbot der Pelztierhaltung ist jedoch in näherer Zukunft nicht zu erwarten.

Tierzahlen für Pelztier werden nicht offiziell erhoben. Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft hat die Zahlen für das Jahr 2000 durch Umfragen bei den entsprechenden Länderdienststellen erfragt. Die Rekonstruktion einer Zeitreihe von Tierzahlen erscheint nicht möglich. Die ermittelten Tierzahlen sind in Table 8.2 zusammengestellt.

Table 8.2: Fur animals, animal numbers 2000, data obtained by inquiry

	Minks	Foxes	Nutrias	Chinchillas	Hamsters	Gerbils
BW	0	0	80	1300	0	0
BY	500	100	0	0	0	0
BB	2600	0	0	0	0	0
HE	0	0	0	0	0	0
MV	15000	0	0	0	0	0
NS	45000					
NW	12000	0	0	200	0	0
RP	0	0	0	400	0	0
SL	0	0	0	0	0	0
SN	5000	0	0	686	0	0
ST	750	50	0	0	0	0
SH	8000	0	0	150	0	0
TH	0	0	0	1778	6832	200
StSt	0	0	0	0	0	0
Germany	88850	150	80	4514	6832	200

8.1.2 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For methane emissions from fur animals originating from enteric fermentation, IPCC(2006)-10.26 ff does not provide a methodology.

Für Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Pelztieren wird bei IPCC(2006)-10.26 ff kein Verfahren angegeben.

8.1.3 CH₄ emissions from manure management / CH₄-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

Exemplary calculations were performed for the year 2000, and resulted in a national subtotal of 0.07 Gg a⁻¹ CH₄. In the light of a national total in the order of magnitude of 11000 Gg a⁻¹ this contribution is disregarded. A time series of activities was not established.

Die für das Jahr 2000 beispielhaft durchgeführten Rechnungen ergaben eine nationale Emission von etwa 0,07 Gg a⁻¹ CH₄. Angesichts einer Gesamt-CH₄-Emission von größenordnungsmäßig 11000 Gg a⁻¹ wird dieser Beitrag vernachlässigt. Eine Zeitreihe der Aktivitäten wurde nicht erstellt.

Uncertainty of emission factors

Any considerations of uncertainties are thought to be unnecessary.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Betrachtungen zur Unsicherheit der Ergebnisse erübrigen sich.

8.1.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

No procedure to assess NMVOC emissions from fur animals is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Pelztierhaltung ist kein Verfahren verfügbar.

8.1.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The approach combines default values for N excretion with default emission factors.

Among these species, emission factors exist for carnivores only. However, all animals apart from minks and foxes are rodents. The emission factors are related to the numbers of brood animals; the excretions of the young animals are included.

Das Verfahren kombiniert default-Werte für Ausscheidungen mit default-Emissionsfaktoren.

Emissionsfaktoren existieren nur für die Fleischfresser unter diesen Pelztieren. (Die Tiere außer Nerzen und Füchsen sind Nagetiere). Die Emissionsfaktoren beziehen sich auf die Anzahl der Muttertiere und schließen die Ausscheidungen der Jungtiere mit ein.

8.1.5.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-Ausscheidung

N excretion data for the relevant fur animals are provided by IPCC(2006)-10.59:

mink and polecat	4.59 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N
foxes and racoons	12.09 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N
rabbits	8.10 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N

N-Ausscheidungen wichtiger Pelztiere sind bei IPCC(2006)-10.59 angegeben:

Nerze und Stinktiere	4,59 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N
Füchse und Waschbären	12,09 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N
Kaninchen	8,10 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N

8.1.5.2 Emissions factors / Emissionsfaktoren

EMEP(2002)-B1090.9 suggests an emission factor of

$$EF_{\text{NH}_3} = 0.169 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

which is related to an N excretion of $4.1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$. From these data, a relative emission factor of $0.146 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ is derived.

The excrements are stored dry. The emission factor for dry storage ($EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0.005 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$, IPCC(2006)-10.62) is applied. NO and N₂ emissions are derived from N₂O emissions as described above.

Uncertainty of emission factors

No analysis of uncertainties is provided for fur animals.

Der bei EMEP(2002)-B1090.9 angegeben Emissionsfaktor von

$$EF_{\text{NH}_3} = 0,169 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

bezieht sich auf eine N-Ausscheidung von $4,1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Hieraus wird ein relativer Faktor von $0,146 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ abgeleitet.

Die Exkremente werden trocken gelagert. Der N₂O-Emissionsfaktor für trockene Lagerung ($EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0,005 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$, IPCC(2006)-10.62) wird angewandt. Die NO- und N₂-Emissionen werden hieraus wie oben beschrieben abgeleitet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Eine Analyse der Unsicherheiten wird nicht durchgeführt.

8.1.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

8.1.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 8.3: Fur animals, related tables in the Tables volume (data for the year 2000 only)

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.28	
		NM VOC		
		NH ₃	EM1009.30	
		N ₂ O	EM1009.120	EM1009.122
		NO	EM1009.158	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.37	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.27	
		NM VOC		
		NH ₃	IEF1009.26	
		N ₂ O	IEF1009.53	
		NO	IEF1009.80	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen			

8.2 Buffalo / Büffel

Buffalo are no key source. However, the number of buffalo kept in Germany has been increasing steadily.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 8.4.

Büffel sind keine Hauptquellgruppe. Die Zahl der in Deutschland gehaltenen Büffel nimmt stetig zu.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.4 zusammengestellten Verfahren.

Table 8.4: Buffalo, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				Activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	1	IPCC	state	national	1 a
CH ₄	manure management	1	IPCC	state	national	1 a
NMVO	manure management					
NH ₃	manure management	1	EMEP	state	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	1	IPCC	state	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

8.2.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

8.2.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are supplied by German Buffalo Society.

Animal numbers are known from the year 2000 onwards for each federal state. In agreement with German Statistics, department VII A, the animal numbers were extrapolated on a national base to yield the respective data for the previous years. According to this estimate there were no buffalo before 1996.

Die Tierzahlen beruhen auf Mitteilung des Deutschen Büffel-Verbands.

Meldungen liegen für einzelne Bundesländer und seit dem Jahr 2000 vor. Für die Jahre davor wurden die nationalen Büffelnzahlen in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt, Referat VII A, durch lineare Extrapolation geschätzt. Nach dieser Schätzung gab es vor 1996 keine Büffel.

Uncertainty of activity data

The animal numbers after 2000 are likely to be exact numbers.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Angaben für die Tierzahlen ab 2000 sind wahrscheinlich exakt.

8.2.1.2 Animal performance / Leistungsdaten

The live weight of adult buffalo cows is 600 to 800 kg an⁻¹, that of adult bulls up to 1100 kg an⁻¹.

In Germany, suckler buffalo herds predominate. The bulk of the animals is kept outdoors.

Two farms only produce buffalo milk and cheese (Deutscher Büffelverband, 2008).

Die Lebendmasse ausgewachsener Kühe beträgt 600 bis 800 kg an⁻¹, die ausgewachsener Bullen 800 bis 1100 kg an⁻¹.

In Deutschland überwiegt die Mutterkuhhaltung. Ein großer Teil der Tiere wird ganzjährig im Freien gehalten.

Nur in zwei Betrieben in Deutschland wird Büffelmilch zur Käseherstellung produziert. (Deutscher Büffelverband, 2008).

Performance data are not used to assess excretion data.

Die Leistungsdaten fließen nicht in eine Berechnung der Ausscheidungen ein.

8.2.2 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

This inventory makes use of the default value for enteric fermentation according to IPCC(2006)-10.28:

$$EF_{CH_4, \text{ fert, bu}} = 55 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4.$$

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(2006)-10.28: 30-50 %, distribution assumed to be normal.

Das Inventar verwendet den Default-Wert für die Emission aus der Verdauung nach IPCC(2006)-10.28:

$$EF_{CH_4, \text{ fert, bu}} = 55 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$$

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Laut IPCC(2006)-10.28: 30-50 %, angenommene Verteilung normal.

8.2.3 CH₄ emissions from manure management / CH₄-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For Western Europe, IPCC(2006)-10.79 suppose a default VS excretion of 3.9 kg pl⁻¹ d⁻¹.

It is assumed that buffalo are kept in a similar way as dairy cows.

For the time being, it is assumed that all buffalo graze about 140 days per year and 10 hours per day.

Temporarily, the frequency distribution of housing and storage systems is assumed to be 50 % in slurry based systems and 50 % in straw based systems. 100 % of the slurry stores have a natural crust.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(2006)-10.48 an uncertainty of 30 % should be assumed. The distribution is likely to be normal.

IPCC(2006)-10.79 geben für Westeuropa eine default-VS-Ausscheidung von 3,9 kg pl⁻¹ d⁻¹ an.

Es wird angenommen, dass Büffel ähnlich wie Milchkühe gehalten werden.

Für alle Tiere wird vorläufig angenommen, dass sie 140 Tage im Jahr 10 Stunden pro Tag auf der Weide sind.

Für die Häufigkeitsverteilungen von Stall und Lager wird vorläufig angenommen, dass 50 % in güllebasierten und 50 % in strohbasierten Systemen gehalten werden. 100 % der Güllelager weisen eine Schwimmdecke auf.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schlagen eine Unsicherheit von 30 % vor. Die Verteilung ist wahrscheinlich normal.

8.2.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

No procedure to assess NMVOC emissions from buffalo is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Büffelhaltung ist kein Verfahren verfügbar.

8.2.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

N excretion is estimated using the procedure supplied in IPCC(2006)-10.59:

Die Ausscheidungen werden nach IPCC(2006)-10.59 geschätzt:

$$m_{\text{excreted, bu}} = w_{\text{bu}} \cdot x_{\text{N, bu}} \cdot \alpha \cdot \beta \quad (8.1)$$

where

$m_{\text{excreted, bu}}$ amount of nitrogen excreted (buffalo) (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 w_{bu} animal weight (buffalo) ($w_{\text{bu}} = 700 \text{ kg an}^{-1}$)
 $x_{\text{N, bu}}$ default value for the N excretion rate (buffalo) ($x_{\text{N, bu}} = 0.32 \text{ kg Mg}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ N}$)

α time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 β mass units conversion factor ($\beta = 10^{-3} \text{ Mg kg}^{-1}$)

For this inventory, a mean weight of 700 kg a^{-1} was assumed. The N excreted amounts to:

$$m_{\text{excr}} = 82 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$$

The TAN content is assumed to be $0.5 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Für dieses Inventar wurde ein relevantes Tiergewicht von 700 kg a^{-1} angenommen. Daraus berechnet sich

$$m_{\text{excr}} = 82 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N.}$$

Der TAN-Gehalt wird zu $0,5 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angenommen.

8.2.5.1 Emissions factors / Emissionsfaktoren

The mass flow approach was applied using the following assumptions:

The animals are kept on pasture 140 d a^{-1} for 10 h d^{-1} . They are in the dairy parlour for 3.5 h d^{-1} . 50 % of the animals are kept on straw, 50 % in slurry based systems. Slurry is stored in open tanks with natural crust. Slurry and manure are broadcast on grassland and arable land without incorporation.

Partial emission factors are assumed to equal those for dairy cows.

The resulting emission factors for house, storage and application are

$$\begin{aligned} IEF_{\text{NH}_3} &= 27.4 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3 \\ EF_{\text{N}_2\text{O}} &= 0.4 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O} \\ EF_{\text{NO}} &= 0.1 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO} \\ EF_{\text{N}_2} &= 0.8 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2 \end{aligned}$$

and for grazing

$$IEF_{\text{NH}_3} = 0.6 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

Uncertainty of emission factors

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH_3 emission factors with a normal distribution.

For N_2O , 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 NO and N_2 .

Das Massenfluss-Verfahren wurde angewandt und bedient sich der folgenden Annahmen:

Die Tiere sind im Mittel 140 d a^{-1} für 10 h d^{-1} auf der Weide, und die effektive Zeit im Melkstall beträgt $3,5 \text{ h d}^{-1}$. 50 % der Tiere stehen auf Stroh, 50 auf Gülle. Die Gülle wird im offenen Tank mit natürlicher Schwimmdecke gelagert. Die Ausbringung erfolgt mit Breitverteiler auf Grünland und Ackerland ohne Einarbeitung.

Die partiellen Emissionsfaktoren wurden aus der Milchkuh-Haltung übernommen.

Die resultierenden Emissionsfaktoren betragen für Stall, Lager und Ausbringung:

$$\begin{aligned} IEF_{\text{NH}_3} &= 27,4 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3 \\ EF_{\text{N}_2\text{O}} &= 0,4 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O} \\ EF_{\text{NO}} &= 0,1 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO} \\ EF_{\text{N}_2} &= 0,8 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2 \end{aligned}$$

und für den Weidegang

$$IEF_{\text{NH}_3} = 0,6 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH_3 -Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 gibt für N_2O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N_2 angenommen.

8.2.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

8.2.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 8.5: Buffalo, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.19	
		CH ₄ manure management	EM1005.29	
		NM VOC		
		NH ₃	EM1009.31	
		N ₂ O	EM1009.123	EM1009.125
		NO	EM1009.159	
		PM ₁₀ PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.38	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.19	
		CH ₄ manure management	IEF1005.28	
		NM VOC		
		NH ₃	IEF1009.27	
		N ₂ O	IEF1009.54	
		NO	IEF1009.81	
		PM ₁₀ PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen			

9 Chickens / Hühner

9.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

Poultry is neither for CH₄ nor for NMVOC a key source. However, as poultry is a key source for NH₃, a detailed description of the mass flows of N and VS is desirable.

In the German census, animal places are reported for laying hens, broilers, geese, ducks and turkeys. Laying hens are differentiated according to their age. This is inadequate for emission reporting. As far as possible, animal categories are modified to meet the requirements (see Table 9.1).

Geflügel insgesamt stellt weder für CH₄ noch für NMVOC eine Hauptquellgruppe dar. Da aber Geflügel für NH₃ eine Hauptquellgruppe ist, ist eine detaillierte Beschreibung der N führenden und damit auch der VS-führenden Stoffströme wünschenswert.

Die deutsche Tierzählung unterscheidet Legehennen nach ihrem Alter, Masthähnchen und –hühnchen, Gänse, Enten und Puten. Dies entspricht nicht den Erfordernissen der Berichterstattung. Soweit möglich werden die Tierzahlen daher modifiziert (siehe Table 9.1).

Table 9.1: Chickens, 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 laying hens ≥ 6 months	lh	laying hens	$w_{\text{start, lh}}$	$w_{\text{fin, lh}}$
AB	Legehennen < 6 Monate laying hens < 6 months	pu	pullets	45 g an^{-1}	$w_{\text{start, lh}}$
AC	Schlacht- und Masthäh- hens and cocks produced ne und –hühner sowie for slaughtering sonsti-ge Hähne einschl. der hierfür bestimmten Küken	br	broilers	42 g an^{-1}	

weight w_{start} : weight at the beginning of the respective period, weight w_{fin} : weight at the end of the respective period;
w: variable weight; fin: final

9.2 Emission factors used for all chickens subcategories / Für alle Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren

9.2.1 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

9.2.1.1 Emission factors for NMVOC / Emissionsfaktoren für NMVOC

The emissions are based on ammonia emissions. All poultry are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 9.2). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet. Alles Geflügel weist die gleichen Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} auf (Table 9.2). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Table 9.2: Poultry, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions

Species	EF_{NMVOC} in kg kg^{-1}
dimethyl sulfide	0.12
dimethyl disulfide	0.54
dimethyl trisulfide	0.01
Acetone	
acetic acid	
propanoic acid	
2-methyl propanoic acid	
butanoic acid	
2-methyl butanoic acid	
3-methyl butanoic acid	
pentanoic acid	
Phenol	
4-methyl phenol	
3-ethyl phenol	
indole	
3-methyl indole	
Source: Hobbs et al. (2004)	

Uncertainty of emission factors

The uncertainty depends both on the uncertainty of the NH_3 emissions and on that of the emission factor EF_{NMVOC} . The former is estimated to be 30 %; thus an overall uncertainty of 50 % can be assumed. Normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit hängt sowohl von der Unsicherheit der NH_3 -Emissionen als auch der der Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} ab. Erstere ist etwa 30 %; insgesamt wird eine Unsicherheit von 50 % geschätzt. Verteilung normal.

9.2.2 Partial emission factors “storage” for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

Partial emission factors “storage” and “spreading” for the N species to be considered are listed in Table 9.3 through Table 9.5. They are valid for all subcategories of poultry.

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“ und „Ausbringung“ für die betrachteten N-Spezies und alle Geflügel-Unterkategorien sind in Table 9.3 bis Table 9.5 angegeben.

Table 9.3: Poultry, partial emission factors for ammonia losses from storage of poultry excreta (related to UAN entering storage)

laying hens	solid storage	0.081	$\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$
broilers		0.075	$\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$
all other poultry		0.065	$\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$
Source: IPCC(2006)-10.63; Jarvis and Pain (1994)			

Table 9.4: Poultry, partial emission factors for ammonia losses from application of dry poultry manure (related to TAN)

	reduction of losses compared to reference (%)	mean losses in % of TAN
broad cast without incorporation	reference	90
broad cast incorporation within 1 h	100	0
broad cast incorporation within 4 h	80	18
broad cast incorporation within 6 h	61	35
broad cast incorporation within 12 h	56	40
broad cast incorporation within 24 h	50	45
broad cast incorporation within 48 h	0	90

Source: Döhler et al. (2002), S. 78, completed

Table 9.5: Poultry, partial emission factors for nitrogen oxides and dinitrogen losses from storage of poultry excreta (related to N excreted)

N ₂ O emissions	solid storage	0.001	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	solid storage	0.0001	kg kg ⁻¹ N
N ₂ emissions	solid storage	0.003	kg kg ⁻¹ N

Source: IPCC(2006)-10.63; Jarvis and Pain (1994)

Uncertainty of emission factors

For NH₃, the uncertainties given in EMEP(2002)-B-1090.19, i.e. 30 %, are assumed temporarily.

For N₂O, 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 NO and N₂.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für NH₃ wird vorläufig der in EMEP(2002)-B-1090.19 angegebene Wert von 30 % angenommen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

9.3 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 9.5 (pullets).

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 9.6.

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 9.5)

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 9.6 zusammengestellten Verfahren.

Table 9.6: Laying hens, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time	
				activities	EF	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation						
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district		1 a
NM VOC	manure management	1	EMEP	district	national		1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	district		1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district		1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national		1 a

9.3.1 Animal numbers / Tierzahlen

StatLA C III 1 – vj 4

The German census differentiates hen places according to animal age; differentiating between those younger than 0.5 a and those older than 0.5 a. (See Table 9.1 for details.) Thus class AB in this table comprises those hens which are not yet in production. However, emission calculations presuppose animal categories which are homogeneous with respect to feeding and excretion. Therefore, a correction of the respective numbers 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 9.1 is to equal the sum of pullets and hens. This leads to the following equation for laying hen places n_{lh} :

StatLA C III 1 – vj 4

Die Anzahl an besetzten Legehennenplätzen wird in Deutschland danach erhoben, ob die Tiere jünger als ein halbes Jahr oder älter sind (vgl. Table 9.1). 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 gegebenen Tierzahlen erforderlich. Sie beruht auf der Annahme, 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 9.1 entsprechen. Daraus resultiert für die Legehennenzahl n_{lh} :

$$n_{lh} = (n_{AA} + n_{AB}) \cdot \frac{\tau_{round, lh}}{\tau_{round, lh} + \tau_{round, pu}} \quad (9.1)$$

where

n_{lh}	number of laying hen places considered
n_{AA}	animal place numbers of type AA in the German census (see Table 9.1)
n_{AB}	animal place numbers of type AB in the German census (see Table 9.1)
$\tau_{round, pu}$	duration of round for pullets ($\tau_{round, pu} = 142 \text{ d ro}^{-1}$)
$\tau_{round, lh}$	duration of round for laying hens ($\tau_{round, lh} = 441 \text{ d ro}^{-1}$)

Data gap closure

Numbers of animal places are surveyed in the national census, i. e. in 1996 and before in every even year and in 1999 and thereafter in every odd year. The missing data are replaced by those of the respective preceeding year.

Uncertainty of activiy data

The majority of poultry is kept in large units. Changes in the marginal conditions of the censuses did not affect the overall to a large extent. With a systematic uncertainty of about 5 % and a random uncertainty of about 5 % (Dämmgen, 2005), the overall uncertainty is estimated to be in the order of magnitude of 10 %.

Schließen von Datenlücken

Tierplatzzahlen werden in jeder Tierzählung erhoben, d. h. bis 1996 in allen geraden Jahren und ab 1999 in allen ungeraden Jahren. In den anderen Jahren werden die Tierplatzzahlen aus dem letzten Jahr übernommen.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Hauptmenge des Geflügels wird in großen Einheiten gehalten. Eine Änderung der Randbedingungen der Tierzählungen hat deshalb nur wenig Einfluss auf die Ergebnisse. Bei einem systematischen Fehler von etwa 5 % (Dämmgen, 2005) und einem statistischen Fehler von etwa 5 % erscheint es angemessen, einen Gesamtfehler von größenordnungsmäßig 10 % anzunehmen.

9.3.2 Animal performance / Tierische Leistung

9.3.2.1 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

Until the end of the 1990ies, the mean weight of laying hens (averaged over all races) at the start of the production cycle approximated 1.3 kg an⁻¹. Their mean final weight attained already in the first weeks of the 62-weeks-long egg production period was about 1.8 kg an⁻¹. Since 2000 a certain trend towards higher animal weights can be observed. The time series are given in Table 9.7.

Das Endgewicht, das im Wesentlichen noch in der Anfangsphase der etwa 62 Wochen dauernden Produktionszeit erreicht wird, betrug bis Ende der 1990er Jahre im Durchschnitt bis ca. 1,8 kg an⁻¹. Das Anfangsgewicht lag bei ca. 1,3 kg an⁻¹. Seit 2000 ist ein gewisser Trend zu höheren Tiergewichten zu beobachten. Eine Übersicht findet sich in Table 9.7.

Data gap closure

Missing data of the start weight are approximated by 71.4 % of the final live weight (cf. Haenel and Dämmgen, 2007b).

Schließen von Datenlücken

Fehlende Anfangsgewichtsdaten werden nach Haenel und Dämmgen (2007b) mit 71,4 % des Endgewichtes angesetzt.

9.3.2.2 Egg production / Legeleistung

The egg production rate has increased during the past decades, and at present amounts to about 290 eg pl⁻¹ a⁻¹. With a typical egg weight of 64 g eg⁻¹, the accumulated egg mass amounts to 18.6 kg pl⁻¹ a⁻¹. In the early nineties, animal weights were in the order of 2.3 kg an⁻¹, egg production was 270 eg pl⁻¹ a⁻¹. (See legend to Table 9.7 for references.) The time series is given in Table 9.7.

Die Legeleistung nähert sich in den letzten Jahren dem Niveau von 290 eg pl⁻¹ a⁻¹ an, was bei einem typischen Eigewicht von 64 g eg⁻¹ einer Eimasse von rund 18,6 kg pl⁻¹ a⁻¹ entspricht. Noch Anfang der 1990er Jahre wurden Tiergewichte bis zu 2,3 kg an⁻¹ erreicht, während die mittlere Legeleistung bei ca. 270 eg pl⁻¹ a⁻¹ lag. (Alle Angaben nach Daten in den in Table 9.7 genannten Quellen.) Die Zeitreihe ist in Table 9.7 wiedergegeben.

Table 9.7: Laying hens, performance data
(live weights, in kg an⁻¹; feed intake in g pl⁻¹ d⁻¹; eggs produced, in eg pl⁻¹ a⁻¹; mean egg weight, in g eg⁻¹).
Egg production rates are primary statistical data (for 1990, 1991, and 1992 from the old Federal States only), all other data are taken from official laying hens performance tests.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<i>w</i> _{start}	1.550	1.560	1.520	1.440	1.370	1.400	1.360	1.390			1.276		1.245		1.303			
<i>w</i> _{fin}	2.070	2.120	2.070	2.000	1.960	2.030	1.860	1.920			1.799		1.733		2.026	1.945	1.927	1.933
feed intake	123.5	123.0	123.6	122.1	118.9	117.9	111.4	112.4			113.5		110.4		113.4	118.0	115.0	114.3
eggs produced	269.9	269.3	273.9	278.2	275.9	276.9	282.5	284.6	286.2	289.2	289.4	288.4	288.1	289.4	291.4	289.0	291.6	296.0
mean egg weight	64.6	66.2	65.4	65.1	64.4	64.1	63.1	63.1			62.6		63.8		65.3	66.0	64.0	63.4

Sources: StatBA FS 3, R 4, annual reports; Hartmann and Heil (1992), Heil and Hartmann (1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000), Anonymus (2001a, 2003, 2005, 2007a, 2007b, 2007c).

9.3.3 Energy requirements / Energiebedarf

9.3.3.1 Gross energy / Bruttoenergie

If the gross energy intake is unknown, it can be inferred from its relation to metabolisable energy:

Ist die Bruttoenergie-Aufnahme nicht bekannt, ist sie über die folgende Beziehung zu berechnen:

$$GE_{lh} = \frac{ME_{lh}}{X_{ME, lh}} \quad (9.2)$$

with

GE_{lh} gross energy intake (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 ME_{lh} requirements of metabolisable energy (in MJ an⁻¹ d⁻¹)
 $X_{ME, lh}$ metabolisability ($X_{ME, lh} = 0.733$ MJ MJ⁻¹, see below)

For a representative feed mixture Haenel and Dämmgen (2007 b) determined a metabolisability $X_{ME, lh}$ of 0.733 MJ MJ⁻¹. Due to lack of information, this value is assumed to be constant with time and applied to the whole time series.

Anhand der Zusammensetzung eines repräsentativen Legehennen-Alleinfutters wurde für $X_{ME, lh}$ der Wert 0,733 MJ MJ⁻¹ ermittelt (Haenel und Dämmgen, 2007 b). Mangels besserer Informationen wird $X_{ME, lh}$ als zeitlich konstant angesehen.

9.3.3.2 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

The overall requirements of metabolisable energy ME_{lh} are deduced from the following relation:

Im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Fütterung gilt für den auf einen Tierplatz bezogenen täglichen Bedarf an metabolisierbarer Energie ME_{lh}

$$ME_{lh} = NE_m + NE_f + NE_{egg} + NE_g \quad (9.3)$$

where

ME_{lh} requirements of metabolisable energy (in MJ an⁻¹ d⁻¹)
 NE_m net energy required for maintenance (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 NE_f net energy needed to obtain food (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 NE_{egg} net energy for egg production (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 NE_g net energy consumed for growth (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)

The subsequent detailed calculations of NE_m , NE_f , NE_{egg} , and NE_g are based on information provided in GfE (2000, in particular equation 1.2.4.1 and context).

Die nachstehend beschriebene Berechnung der Teilenergien NE_m , NE_f , NE_{egg} und NE_g beruht auf Angaben in GfE (2000, s. Gl. 1.2.4.1 und Kontext).

9.3.3.2.1 Net energy required for maintenance / Erhaltungsenergie

The calculation of NE_m takes ambient temperatures into account. NE_m is calculated as follows:

Die Berechnung von NE_m erfolgt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur gemäß

$$NE_m = (\eta_{ME, m} + \eta_{ME, mt}) \cdot \frac{1}{\tau_{round}} \cdot \Sigma W \quad (9.4)$$

where

NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME, m}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance ($\eta_{NE, m} = 0,48 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$, 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)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)
ΣW	cumulative metabolic weight (in kg d an ⁻¹ ro ⁻¹ = kg d pl ⁻¹ ro ⁻¹)

KTBL (2004, pg. 481) quantifies τ_{round} ($\tau_{round} = 441 \text{ d ro}^{-1}$). In this inventory this value is assumed to be constant. No variation of this value has been documented. τ_{round} comprises a service time $\tau_{service}$, which – according to KTBL (2004) – is normally 14 d ro^{-1} .

KTBL (2004, S. 481) gibt $\tau_{round} = 441 \text{ d ro}^{-1}$ an, was im vorliegenden Inventar als Konstante angenommen wird. Abweichungen sind nicht hinreichend dokumentiert. Dabei setzt sich τ_{round} zusammen aus der reinen Lebensdauer ($\tau_{lifespan}$) und der Reinigungszeit $\tau_{service}$, die nach KTBL (2004) 14 d ro^{-1} beträgt.

The definition of the cumulative metabolic weight ΣW is given in Chapter 2.7.3.4. ΣW can be quantified if the animal weight can be expressed as a function of lifetime. Such a relation is depicted in Figure 9.1. According to Haenel and Dämmgen (2007 b), ΣW is a function of both $w_{start, lh}$ and $w_{fin, lh}$, combined with a characteristic time parameter $\tau_{char, g, lh}$ ($\tau_{char, g, lh} = 56 \text{ d ro}^{-1}$). $\tau_{char, g, lh}$ is based on a duration of round $\tau_{round} = 441 \text{ d ro}^{-1}$.

Zur Definition des kumulativen metabolischen Gewichtes ΣW wird auf Kapitel 2.7.3.4 verwiesen. ΣW lässt sich berechnen, wenn die Abhängigkeit des Tiergewichts von der Lebenszeit bekannt ist. Ein solcher Verlauf ist in Figure 9.1 gegeben. Nach Haenel und Dämmgen (2007 b) wird ΣW als Funktion von Start- und Endgewicht mit Hilfe eines charakteristischen Zeitparameters ($\tau_{char, g, lh} = 56 \text{ d ro}^{-1}$) beschrieben, der u. a. auf $\tau_{round} = 441 \text{ d ro}^{-1}$ beruht.

$$\Sigma W = w_{m, ref} \cdot \left[\tau_{char, g, lh} \cdot \left(\frac{w_{start}}{w_{ref}} \right)^{0.75} + (\tau_{lifespan} - \tau_{char, g, lh}) \cdot \left(\frac{w_{fin}}{w_{ref}} \right)^{0.75} \right] \quad (9.5)$$

where

ΣW	cumulative metabolic weight (in kg d an ⁻¹ ro ⁻¹ = kg d pl ⁻¹ ro ⁻¹)
$w_{m, ref}$	reference weight ($w_{m, ref} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)
$\tau_{char, g, lh}$	characteristic time scale of growth (d ro ⁻¹)
w_{start}	animal weight at the beginning of the round (in kg an ⁻¹)
$\tau_{lifespan}$	lifespan of laying hens (d ro ⁻¹)
w_{fin}	animal weight at the end of the round (in kg an ⁻¹)

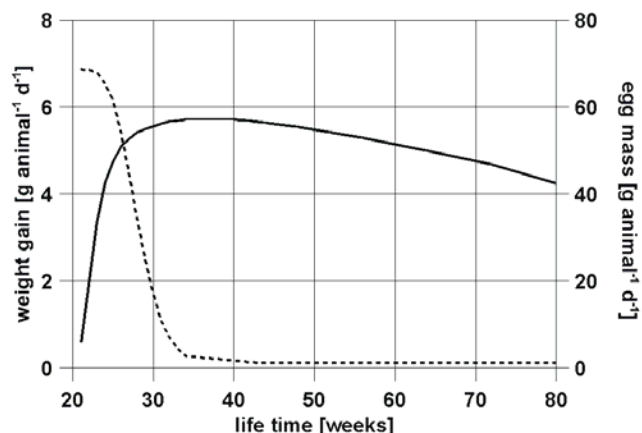


Figure 9.1: laying hens, daily egg production and daily weight gain for a laying hen of 1.8 kg final weight (egg production: continuous line; daily weight gain: dotted line; figure adapted from GfE, 2000, Fig. 1.2.1)

An increased energy requirement for low ambient temperatures is caused by the necessity to establish a constant body temperature and reflected by the homiostatic constant $\mu_{ME, mt}$:

Der Mehrbedarf an Energie bei niedrigen Umgebungstemperaturen wird mit der spezifischen Energie zur Erhaltung der Körpertemperatur (homioistische Konstante) $\mu_{ME, mt}$ berücksichtigt:

$$\eta_{ME, mt} = \mu_{ME, m} \cdot \max \{0, (t_{h, ref} - t_h)\} \quad (9.6)$$

where

$\eta_{ME, mt}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance under low temperature conditions (in MJ kg d ⁻¹ ME)
$\mu_{ME, mt}$	homiostatic constant ($\mu_{ME, mt} = 0.007 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$t_{h, ref}$	reference housing temperature ($t_{h, ref} = 15 \text{ °C}$; GfE, 2000, p. 28)
t_h	actual housing temperature (in °C)

The recommended temperatures for laying hen houses are between 16 and 18 °C. Predominantly, laying hens in Germany are kept in insulated houses with forced ventilation. Consequently, a temperature dependent calculation on NE_m seems to be unnecessary at present.

Die Richttemperaturen für Hühnerställe liegen bei 16 bis 18 °C. Da der bei weitem überwiegende Teil der Legehennen in Deutschland in wärmeisolierten und zwangsbelüfteten Ställen lebt, wird auf eine temperaturabhängige Berechnung von NE_m vorerst verzichtet.

9.3.3.2.2 Net energy needed to obtain food / Nettoenergiebedarf für Nahrungsaufnahme

Net energy requirements for obtaining food NE_f are a function of the animals in the respective house. It is reflected by a factor c_{house} which expresses the surplus in comparison to cages.

Bei Legehennen wird der Energiebedarf NE_f für die Nahrungsaufnahme mit der Bewegungsmöglichkeit in dem jeweiligen Stalltyp verbunden und als Mehrbedarf gegenüber einer Käfighaltung ausgedrückt:

$$NE_f = c_{\text{house}} \cdot (NE_m + NE_{\text{egg}} + NE_g) \quad (9.7)$$

where

NE_f	net energy needed to obtain food (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
c_{house}	correction factor for different housing systems (in MJ MJ ⁻¹)
NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_{egg}	net energy for egg production (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_g	net energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)

According to GfE (2000, pg. 29), $c_{\text{house}} = 0.00$ MJ MJ⁻¹ for cages at room temperature, 0.10 MJ MJ⁻¹ for a deep litter house, and 0.15 MJ MJ⁻¹ for free range hens. For aviaries no values are known. Any correction should be similar to the one used for deep litter houses. Thus, a factor $c_{\text{house}} = 0.10$ MJ MJ⁻¹ is used.

Der Korrekturfaktor beträgt nach GfE (2000, S. 29) 0,00 MJ MJ⁻¹ für temperierte Käfighaltung, 0,10 MJ MJ⁻¹ für Bodenhaltung und 0,15 MJ MJ⁻¹ für Freilandhaltung. Für Volierenhaltung ist kein Wert bekannt. Er dürfte dem der Bodenhaltung am nächsten kommen und wird deshalb mit 0,10 MJ MJ⁻¹ angesetzt.

9.3.3.2.3 Net energy needed to obtain food / Nettoenergiebedarf für Nahrungsaufnahme

The calculation is based on the mean weight per egg, the number of eggs laid and the specific energy requirement per egg η_{egg} :

Der Bedarf berechnet sich aus der mittleren Masse eines Eies, der Eizahl und einem spezifischen Energiebedarf η_{egg} nach:

$$NE_{\text{egg}} = \eta_{\text{ME, egg}} \cdot n_{\text{eggs}} \cdot m_{\text{egg}} \quad (9.8)$$

where

NE_{egg}	net energy for egg production (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, egg}}$	specific metabolisable energy required for egg production ($\eta_{\text{ME, egg}} = 9.6$ MJ kg ⁻¹ ME, cf. GfE, 2000, eq. 1.2.4.1)
n_{eggs}	number of eggs per place and day (in eg pl ⁻¹ d ⁻¹)
m_{egg}	average mass of one egg (in kg eg ⁻¹)

9.3.3.2.4 Net energy for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum

The requirements result from a mean weight gain and a specific energy consumption for growth:

Der Bedarf ergibt sich aus der mittleren Gewichtszunahme und einem spezifischen Energiebedarf nach:

$$NE_g = \eta_{ME,g} \cdot (\Delta w_d)_{ave} = \eta_{ME,g} \cdot \frac{\Delta w_{round}}{\tau_{round}} \quad (9.9)$$

where

NE_g	net energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME,g}$	specific metabolisable energy required for growth ($\eta_{ME,g} = 23$ MJ kg ⁻¹ ME, cf. GfE, 2000, eq. 1.2.4.1)
$(\Delta w_d)_{ave}$	average animal weight gain per place and day (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
Δw_{round}	animal weight gain per place and round according to Chapter 2.7.3.2 (in kg an ⁻¹ = kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)

9.3.4 Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung

Feed requirements are derived from energy requirements. The values used in this inventory are collated in Table 9.8.

Der Futterbedarf berechnet sich aus dem Energiebedarf. Die im Inventar verwendeten Werte sind in Table 9.8 zusammengestellt.

Table 9.8: Laying hens, diets used in laying hen feeding, related energies (*GE*, *DE* and *ME* related to dry matter *DM*), and nitrogen content (x_N).

Representative values for phase feeding are given in footnotes. For laying hens and pullets 1A/1B, energy content calculations are based on data in Beyer et al. (2004).

Feed type	Lifetime period (weeks)	Major components	<i>GE</i> in MJ kg ⁻¹	<i>DE</i> in MJ kg ⁻¹	<i>ME</i> in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
laying hens	19 to 80	wheat, soybean meal, maize, wheat bran, vegetable fat	15.4	12.2	11.3	0.0275

^a Intake weighted phase averages: *GE* = 15.77 MJ kg⁻¹, *DE* = 12.28 MJ kg⁻¹, *ME* = 11.23 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0247 kg kg⁻¹.

^b Intake weighted averages for Phase A to D: *ME* = 10.68 MJ kg⁻¹, x_N (minimum) 0.0224 kg kg⁻¹ and 0.0248 kg kg⁻¹, x_N (maximum) 0.222 kg kg⁻¹ and 0.196 kg kg⁻¹.

^c Intake weighted averages for phases A to D: *ME* = 11.46 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0258 kg kg⁻¹.

^d Intake weighted averages for phases A to E: *ME* = 11.34 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0234 kg kg⁻¹.

Sources: deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG (private communication)

9.3.5 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

9.3.6 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

The emission calculation for laying hens is performed using a detailed methodology.

Die CH₄-Emissionen aus der Legehennen-Haltung werden nach einem detaillierten Verfahren berechnet:

$$E_{CH_4, MM, lh} = EF_{CH_4, MM, lh} \cdot n_{lh} \quad (9.10)$$

where

$E_{CH_4, MM, lh}$	methane emissions from manure management for laying hens (in kg a ⁻¹ CH ₄)
n_{lh}	number of laying hen places
$EF_{CH_4, MM, lh}$	emission factor for methane from manure management for laying hens (in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)

and

$$EF_{CH_4, MM, lh} = VS_{lh} \cdot \alpha \cdot B_{o, po} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{po} \quad (9.11)$$

with

$EF_{CH_4, MM, lh}$	emission factor for methane from manure management for laying hens (in $kg\ a^{-1}\ a^{-1}\ CH_4$)
VS_{lh}	volatile solid excretion of laying hens (in $kg\ pl^{-1}\ d^{-1}$)
α	time units conversion factor ($365\ d\ a^{-1}$)
$B_{o, lh}$	maximum methane producing capacity for poultry ($B_{o, lh} = 0.39\ m^3\ kg^{-1}\ CH_4$)
ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67\ kg\ m^{-3}$)
MCF_{po}	methane conversion factor for poultry, cool region ($MCF_{lh} = 0.015\ kg\ kg^{-1}$)

and

$$VS_{lh} = GE_{lh} \cdot \frac{1}{\eta_{E, lh}} \cdot (1 - X_{DE, lh}) \cdot (1 - x_{ash, lh}) \quad (9.12)$$

where

VS_{lh}	volatile solid excretion of laying hens (in $kg\ pl^{-1}\ d^{-1}$)
GE_{lh}	gross energy intake of laying hens (in $MJ\ pl^{-1}\ d^{-1}$)
$\eta_{E, lh}$	energy content of dry matter (in $MJ\ kg^{-1}$, see Table 4.51)
$X_{DE, lh}$	digestibility of feed ($X_{DE, lh} = 0.79\ MJ\ MJ^{-1}$, see below)
$x_{ash, lh}$	ash content of the manure ($x_{ash, lh} = 2.45\ 10^{-3}\ kg\ kg^{-1}$, see below)

9.3.6.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

Standard values for the ash content of poultry excreta are not available. According to a compilation of values of ash content in laying hen excreta (cf. Hennig and Poppe, 1975), $x_{ash, lh} = 0.26\ kg\ kg^{-1}$ is assumed. From the composition of a representative feed a digestibility of $0.79\ MJ\ MJ^{-1}$ was calculated (Haenel and Dämmgen, 2007 b). For the time being, $x_{ash, lh}$ und $X_{DE, lh}$ are assumed to be constant with time, as no other information is available.

Standard-Werte für den Aschegehalt von Geflügelkot fehlen. Basierend auf einer Literaturauswertung in Hennig und Poppe (1975) wird der Aschegehalt im Legehennen-Kot mit $x_{ash, lh} = 0,26\ kg\ kg^{-1}$ angesetzt. Anhand der Zusammensetzung eines repräsentativen Legehennen-Alleinfutters wurde für die Verdaulichkeit $X_{DE, lh}$ der Wert $0,79\ MJ\ MJ^{-1}$ ermittelt (Haenel und Dämmgen, 2007 b). Mangels besserer Informationen werden $x_{ash, lh}$ und $X_{DE, lh}$ als zeitlich konstant angesehen.

9.3.6.2 Carbon inputs with bedding material / Kohlenstoff-Einträge mit Einstreu

Straw is used in deep litter houses and aviaries. Amounts and properties are listed in Table 9.9.

In Tiefstreu- und Volierenhaltung wird Stroh eingesetzt. Die Mengen und die Eigenschaften gehen aus Table 9.9 hervor.

Table 9.9: Laying hens, amounts of straw per hen place used in German laying hen houses

Animal house type			
deep litter house		0.50	$kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$ straw
aviary		0.23	$kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$ straw
straw properties	dry matter content of straw	0.86	$kg\ kg^{-1}$
	N in dry matter	0.0050	$kg\ kg^{-1}\ N$
	Of which TAN	50	%

Source: KTBL (2006 a)

9.3.6.3 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

The frequency distributions of housing systems and spreading are provided by RAUMIS (siehe Chapter 16.2)

Die Häufigkeit der Haltungsformen sowie der Ausbringung und Einarbeitung werden in RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) berechnet.

9.3.7 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For the calculation of NMVOC emissions, a simpler methodology is used.

There is no differentiation with respect to animal categories. The emission factors (cf. Chapter 3.4.4) for poultry are listed in Table 9.2.

NMVOC-Emissionen werden nach einem einfachen Verfahren ermittelt.

Die Emissionsfaktoren sind nicht nach Tierkategorien differenziert. Die auf NH_3 -Emissionen bezogenen NMVOC-Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 3.4.4) sind in Table 9.2 zusammengestellt.

9.3.8 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} in UAN 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} in UAN und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

9.3.8.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-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.

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:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{eggs}} - m_{\text{g}} \quad (9.13)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{eggs}	amount of nitrogen exported with eggs (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

9.3.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter

The amount of N taken in with feed is a function of the amount of feed and the crude protein (XP) content of the feed:

Die Menge des mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs ist eine Funktion von aufgenommener Futtermenge und Rohprotein-(XP-)Gehalt im Futter:

$$m_{\text{feed}} = x_N \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot \alpha \cdot \left(m_F \cdot \frac{\tau_{\text{lifespan}}}{\tau_{\text{round}}} \right) \quad (9.14)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_N	nitrogen content of crude protein ($x_N = 1/6.25$ kg kg ⁻¹ N)
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in feed (in kg kg ⁻¹ XP)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
m_F	daily feed intake (in kg d ⁻¹ an ⁻¹)
τ_{lifespan}	span of animal lifetime within a round (in d ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

The relevant time spans τ_{lifespan} and τ_{round} are discussed in detail in Chapter 9.3.3.2.1.

XP contents $x_{\text{XP, feed}}$ of typical standard feed mixtures of 0.172 kg kg⁻¹ and 0.165 kg kg⁻¹ for N reduced feed (Haenel and Dämmgen, 2007b) are assumed.

Daily feed intake is primarily a function of the metabolisable energy requirements and is described and derived in Chapter 9.3.3.2. Taking into account that m_F is defined with respect to a single animal while ME is given in terms of animal place, the following equation applies if the animals are fed according to requirements:

$$m_F = \frac{ME_{\text{lh}}}{\eta_{\text{ME, feed}}} \cdot \frac{\tau_{\text{round}}}{\tau_{\text{lifespan}}} \quad (9.15)$$

where

m_F	daily feed intake (in kg d ⁻¹ an ⁻¹)
ME_{lh}	requirements of metabolisable energy (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, feed}}$	content of metabolisable energy in feed ($\eta_{\text{ME, feed}} = 11.26$ MJ kg ⁻¹ ME, see below)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)
τ_{lifespan}	span of animal lifetime within a round (in d ro ⁻¹)

Expert judgement and the literature describing the rearing of laying hens under practice conditions agree that hens with a performance as in 2004/2005 get about 120 g an⁻¹ d⁻¹ if they are fed ad libitum (expert judgement Halle; expert judgement Kleine-Klausing; LfL, 2004). This amount includes a fraction of wasted feed (which would have to be considered in the N balance of the bedding material). Indeed, notice is given on the actual feed intake and the difference mentioned above in the reports of the official evaluation of the performance of laying hens.

In this inventory, calculations are made using the above equation and feeding data, which are consistent with the data used the calculation model in Chapter 9.3.4. Thus, the energy content of the feed is assumed to be $\eta_{\text{ME, feed}} = 11.26$ MJ kg⁻¹ (deuka "Legehennenalleinfutter ALL-MASH LC"). Due to lack of information, this value is

Zu τ_{lifespan} und τ_{round} wird auf Kapitel 9.3.3.2.1 verwiesen.

Es wird angenommen, dass typische XP-Gehalte von Standard-Futter bei 0,172 kg kg⁻¹ XP und für NP-reduzierte Futter bei 0,165 kg kg⁻¹ XP liegen (Haenel und Dämmgen, 2007b).

Die tägliche Futteraufnahme ist im Wesentlichen eine Funktion des umsetzbaren Energiebedarfs (vgl. Kapitel 9.3.3.2). Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt dann unter Berücksichtigung, dass sich m_F auf das Tier bezieht, während ME_{lh} auf den Tierplatz bezogen wird:

Experten und die die Praxis beschreibende Literatur stimmen darin überein, dass beim Leistungsstand von 2004/2005 etwa 120 g an⁻¹ d⁻¹ verfüttert werden, wenn die Futteraufnahme ad libitum erfolgt (Halle, FAL Privatmitteilung; Kleine-Klausing, deuka, Privatmitteilung; LfL, 2004). Diese Futtermenge umfasst aber auch verschwendetes Futter (das in der N-Bilanz der Einstreu zu berücksichtigen wäre). Hinweise auf die Höhe der tatsächlich aufgenommenen niedrigeren Futtermenge – und ihrer Entwicklung in den letzten Jahren – sind der amtlichen Legeleistungsprüfung zu entnehmen.

In diesem Inventar wird m_F nach obigem Ansatz berechnet, damit die Ergebnisse mit dem auch schon in Kapitel 9.3.4 verwendeten bedarfsorientierten Rechenmodell konsistent sind. Für den Energiegehalt des Futters wird der Wert $\eta_{\text{ME, feed}} = 11,26$ MJ kg⁻¹ verwendet (deuka Lege-

taken to be constant for the whole time series. This leads to a typical daily feed ration m_F of 0.110 to 0.115 kg an⁻¹ d⁻¹.

hennenalleinfutter ALL-MASH LC). Mangels besserer Informationen wird dieser Wert als zeitlich konstant angenommen. Damit liegt m_F zurzeit typisch bei 0,110 bis 0,115 kg an⁻¹ d⁻¹.

9.3.8.1.2 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:

$$m_{\text{eggs}} = n_{\text{egg}} \cdot x_{\text{XP, eggs}} \cdot x_{\text{N}} \cdot \mu_{\text{egg}} \quad (9.16)$$

where

m_{eggs}	amount of nitrogen exported with eggs (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
n_{egg}	number of eggs considered (in pl ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{\text{XP, eggs}}$	crude protein content of eggs ($x_{\text{XP, eggs}} = 0.119 \text{ kg kg}^{-1} \text{ XP}$, see below)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
μ_{egg}	average egg mass (in kg)

The information on $x_{\text{XP, eggs}}$ 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). This inventory makes use of the data provided in LfL (2006), i.e. 0.119 kg kg⁻¹ XP.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben zu $x_{\text{XP, eggs}}$, 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 hier verwendete Wert 0,119 kg kg⁻¹ XP beruht auf Angaben in LfL (2006).

9.3.8.1.3 N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper

The N retention is obtained from the weight gain, the duration of the production cycle and the mean XP content of the animals:

Aus der Gewichtszunahme, der Dauer des Produktionszyklus und dem mittleren N-Gehalt der Tiere folgt für die N-Retention:

$$m_g = x_{\text{N, ret, lh}} \cdot \alpha \cdot \frac{w_{\text{fin}} - w_{\text{start}}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.17)$$

where

m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$x_{\text{N, ret, lh}}$	N retained by laying hens ($x_{\text{N, ret, lh}} = 0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, see LfL, 2006)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
w_{fin}	animal weight at the end of the round (in kg an ⁻¹)
w_{start}	animal weight at the begin of the round (in kg an ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

N retention value is in the range proposed by KTBL (2006), pg. 566, and DLG /2005), pg. 47, where a N excretion of 0.74 kg pl⁻¹ a⁻¹ N is assumed for normal feeding, and of 0.71 kg pl⁻¹ a⁻¹ N for N/P reduced feeding.

The contents of uric acid and ammonium N (UAN) are calculated. The results are close to the standard value of 70 %.

Die N-Retention bewegt sich in dem von KTBL (2006) S. 566 bzw. DLG /2005), S. 47 gesteckten Rahmen, demzufolge bei Standardfütterung 0,74 kg pl⁻¹ a⁻¹ N, für N-reduzierte Fütterung 0,71 kg pl⁻¹ a⁻¹ N angesetzt werden.

Die Gehalte an Harnsäure- und Ammonium-N (UAN) werden berechnet und liegen dicht bei den als Standardwert angenommenen 70 %.

9.3.8.2 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

The partial emission factors are listed in Table 9.10 to Table 9.13.

Emissions from the animal house are related to the amount of N excreted.

Die partiellen Emissionsfaktoren gehen aus Table 9.10 bis Table 9.13 hervor.

Die Emissionen im Stall werden aus der Menge des ausgeschiedenen N berechnet.

$$E_{\text{storage}} = E_{\text{NH}_3, \text{storage}} + E_{\text{N}_2\text{O}, \text{storage}} + E_{\text{NO}, \text{storage}} + E_{\text{N}_2, \text{storage}} \\ = m_{\text{excreted}} \cdot (EF_{\text{NH}_3, \text{storage}} + EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{storage}} + EF_{\text{NO}, \text{storage}} + EF_{\text{N}_2, \text{storage}}) \quad (9.18)$$

where

E_{storage}	emission from the house / storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$E_{\text{NH}_3, \text{storage, lh}}$	emission from the laying hen excreta stored ($E_{\text{NH}_3, \text{storage, lh}} = 0.03 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
m_{excreted}	amount of nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
EF_{storage}	emission factor for emissions from storage (in kg kg ⁻¹ N)

The NH₃ emission factor for storage is recalculated from the data provided in EMEP(202)-1090.9, Table 4.1, as follows:

Der NH₃-Emissionsfaktor berechnet sich aus den in EMEP(2002)-1090.9 (Tabelle 4.1) verfügbaren Angaben wie folgt:

$$EF_{\text{NH}_3, \text{storage, lh}} = \frac{E_{\text{NH}_3, \text{storage, lh}}}{m_{\text{excreted, lh}} \cdot x_{\text{UAN}} - E_{\text{NH}_3, \text{house, lh}}} \quad (9.19)$$

where

$E_{\text{NH}_3, \text{storage, lh}}$	emission from the laying hen excreta stored ($E_{\text{NH}_3, \text{storage, lh}} = 0.03 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
$m_{\text{excreted, lh}}$	amount of nitrogen excreted by laying hens ($m_{\text{excreted, lh}} = 0.8 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
x_{UAN}	UAN content of excreta ($x_{\text{UAN}} = 0.7 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
$E_{\text{NH}_3, \text{house, lh}}$	emission from the laying hen house ($E_{\text{NH}_3, \text{house, lh}} = 0.19 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)

The amounts of N available for spreading are given by:

Die bei der Ausbringung verfügbaren N-Vorräte sind also:

$$m_{\text{org, applic}} = m_{\text{org, excreted}} \\ m_{\text{UAN, applic}} = m_{\text{UAN, excreted}} - E_{\text{storage}} \quad (9.20)$$

where

$m_{\text{org, applic}}$	amount of organic nitrogen applied (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{org, excreted}}$	amount of organic nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{UAN, applic}}$	amount of UAN applied (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{UAN, excreted}}$	amount of organic nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

Table 9.10: Laying hens, partial emission factors for ammonia losses from storage of laying hens excreta (related to N excreted)

Cages	with dung pit		0.338	kg kg ⁻¹ N
	with dung belt	without drying	0.162	kg kg ⁻¹ N
		with drying	0.043	kg kg ⁻¹ N
Aviary		with dung drying	0.101	kg kg ⁻¹ N
free range			0.351	kg kg ⁻¹ N

Source: Döhler et al. (2002), Tables 3.11 and A6 (modified)

For the derivation of the NH₃ factor for storage see Chapter 9.3.8.2, the data are listed in

Zur Ableitung des NH₃-Faktors für Lagerung siehe Kapitel 9.3.8.2, zu den Werten Table 9.3.

Table 9.3. For spreading, partial emission factors are used as provided in Table 9.4.

For the calculation of application losses, times before incorporation are provided by RAUMIS (see Chapter 16.2).

Die partiellen Emissionsfaktoren für Ausbringung werden Table 9.4 entnommen.

Die Einarbeitungszeiten für Legehennenkot werden durch RAUMIS (siehe Kapitel 16.2) zur Verfügung gestellt.

9.3.8.3 *Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂*

The N₂O emission factor is a combined factor for house and storage. The data used are taken from IPCC(2006)-10.63.

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.5.

Der Emissionsfaktor für N₂O fasst die Emissionen aus Stall und Lager zusammen. Die Daten sind IPCC(2006)-10.63 entnommen.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

Uncertainty of the emission factor

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

9.3.9 *Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen*

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

9.3.9.1 *Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen*

The frequency distributions of housing systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 9.3.6.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für die Haltungssysteme werden den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 9.3.6.3 entnommen.

9.3.9.2 *Emission factors / Emissionsfaktoren*

The emission factors used are listed in Table 9.11. (EMEP(2006) B1010).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 9.11 zusammengestellt (EMEP(2006)-B1010).

Table 9.11: Laying hens, first estimates of emission factors for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
laying hens	Cages	0.017	0.0021
	Perchery	0.084	0.0162

Source: EMEP(2007)-B1010-5

9.3.10 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 9.12: Laying hens, related tables in the Tables volume

			from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.19	
		NMVOC	EM1005.50	
		NH ₃	EM1009.21	
		N ₂ O	EM1009.93	EM1009.95
		NO	EM1009.149	
		PM ₁₀	EM1010.15	
		PM _{2.5}	EM1010.35	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.25	AC1005.26
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.19	
		NMVOC	IEF1005.45	
		NH ₃	IEF1009.18	
		N ₂ O	IEF1009.45	
		NO	IEF1009.72	
		PM ₁₀	IEF1010.14	
		PM _{2.5}	IEF1010.31	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.01	AI1005POU.14

9.4 Broilers / Masthähnchen und –hühnchen

Broilers are special chicken lines reared for meat production.

The assessment of emissions from broiler production using a mass flow approach relies on German national animal performance and feeding data. Frequency distributions for housing types, storage and application are available in principle.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 9.13.

Masthähnchen und –hühnchen sind auf Fleischproduktion spezialisierte Hühnerrassen.

Die Berechnung der Emissionen aus der Haltung von Masthähnchen und –hühnchen nach dem Massenfluss-Verfahren beruht auf nationalen Daten für Leistungsdaten und Fütterung. Im Prinzip sind Häufigkeitsverteilungen für Stalltypen, Lagerung sowie Ausbringung von Geflügelmist bekannt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 9.13 genannten Verfahren.

Table 9.13: Broilers, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				Activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation					
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

9.4.1 Animal numbers and meat production data / Tierzahlen und Hähnchenfleischproduktion

9.4.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers have been surveyed in each census, i.e. until 1996 in each even year, and from 1999 onwards in each odd year (StatLA C III 1 – vj 4, StatBA FS3 R4).

The time series of broiler populations for Berlin is remarkable in that the population decreased drastically after 1990 by more than 99 %.

Tierplatzzahlen werden in jeder Tierzählung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren und ab 1999 in allen ungeraden Jahren (StatLA C III 1 – vj 4, StatBA FS3 R4).

Auffällig ist der Rückgang der Tierzahlen im ehemaligen Ostberlin unmittelbar nach der Wende auf weniger als 1 % der ursprünglichen Bestände.

Data gap closure

There is no possibility to close data gaps other than to use previous year data. Missing data for 1990 and 1991 are replaced by data from 1992.

Schließen von Datenlücken

Datenlücken können nur durch Verwendung der Vorjahreszahlen geschlossen werden. Die Lückenjahren 1990 und 1991 werden mit Daten von 1992 gefüllt.

Uncertainty of activity data

As for laying hens, changes in the marginal conditions of the censuses do not affect the overall numbers to a large extent. With a systematic uncertainty of about 5 % and a random uncertainty of about 5 % (Dämmgen 2005), the overall uncertainty is estimated to be in the order of magnitude of 10 % (distribution normal).

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wie bei Legehennen hat eine Änderung der Randbedingungen der Tierzählungen nur wenig Einfluss auf die Ergebnisse. Bei einem systematischen Fehler von etwa 5 % (Dämmgen 2005) und einem statistischen Fehler von etwa 5 % erscheint es angemessen, einen Gesamtfehler von größenordnungsmäßig 10 % (normal verteilt) anzunehmen.

9.4.1.2 Broiler meat production / Hähnchenfleisch-Produktion

German broiler meat production figures are available for each year as national totals. (ZMP "Eier und Geflügel", annual reports)

Daten zur Brutto-Hähnchenfleischproduktion liegen jährlich auf nationaler Ebene vor. (ZMP "Eier und Geflügel", jährliche Reihe)

9.4.2 Animal production and animal performance / Haltungsverfahren und tierische Leistung

In Germany, short-term fattening of broilers (duration: 32 to 35 days per round, about 7.9 animal rounds per year, final weight approx. 1.5 kg an⁻¹) and the so-called splitting method are preferred. In the splitting method, 20 to 30 % of the animals are removed from the house between days 30 and 33 of the fattening period (final weight approx. 1.5 kg an⁻¹) and slaughtered. The remaining population is fattened further till day 38 to 42, the final weight being about 2.2 kg an⁻¹. Extended fattening, in general, takes 50 to 60 days with final live weights up to 3 kg. (All data according to: KTBL 2006b; LWK-NW 2006). Final weights are increasing from year to year. Because of limited contribution to national broiler meat production, extended fattening in organic farming (fattening periods up to 80 days) is not considered subsequently,

The predominant share in German broiler production originates from few producers running big units. Therefore, a differentiation in space of performance and feed properties is thought to be unnecessary.

A differentiation between the two fattening methods is impossible. Statistical data provide mean final weights only. However, as shown in Figure 9.2, the near-linear weight development of broilers allows for a treatment of "mean broilers", albeit with a differentiation of female and male animals.

Weight gain serves as performance criterion. It is a function of gender and the duration of the fattening period.

Official statistics do not report starting weight data. Independent of sex, a typical value of 42 g an⁻¹ is assumed. Observed scatter in the order of about 10 % can be neglected with respect to emission estimates.

Neither final weights nor life span data are reported by official statistics. However, as long as the number of animal rounds, the gender ratio and the slaughter yield (ratio of carcass weight to live weight) are known, gender specific final weights and the duration of the fattening period can be derived from the number of animal places and the annual meat production (Haenel and

In Deutschland werden die Kurzmast (Dauer 32 bis 35 Tage, etwa 7,9 Durchgänge pro Jahr, Endgewicht ca. 1,5 kg an⁻¹) und das Splitting-Verfahren bevorzugt. Bei Letzterem werden in ca. 7,1 Durchgängen pro Jahr am 30. bis 33. Masttag 20 bis 30 % der Tiere zur Schlachtung aus dem Bestand gefangen (Endgewicht ca. 1,5 kg an⁻¹), und die übrigen Tiere weiter bis zum 38. bis 42. Tag mit einem Endgewicht von bis zu 2,2 kg gemästet. In der Langmast beträgt die Mastdauer i. d. R. 50 bis 60 Tage bei einem Endgewicht bis zu rund 3 kg. (Alle Angaben: KTBL 2006b; LWK-NW 2006). Die erreichten Endgewichte nehmen von Jahr zu Jahr zu. Die ökologische Langmast mit Mastdauern mit bis zu 80 Tagen wird im Folgenden wegen des noch geringen Anteils an der Fleischproduktion nicht berücksichtigt.

Der überwiegende Anteil der deutschen Masthähnchen und -hühnchen-Bestände stammt von wenigen Produzenten und wird in großen Einheiten gehalten. Eine räumliche Differenzierung der Leistungs- und Futtereigenschaften ist daher nicht erforderlich.

Im Bereich der üblichen Mastdauer-Spannweite ist das Entwicklungsverhalten von Masthähnchen und -hühnchen hinreichend linear (s. z. B. Figure 9.2), so dass mit einer bundesweit mittleren Mastdauer und mittleren, allerdings nach Geschlecht getrennten Tiergewichten gerechnet werden kann.

Leistungskriterium ist die von Geschlecht und Mastdauer abhängige Gewichtszunahme.

Das durch die Officialstatistik nicht berichtete Anfangsgewicht wird unabhängig vom Geschlecht mit 42 g an⁻¹ angesetzt (GfE, 2000, Tabelle 2.3.1). In der Praxis zu beobachtende Schwankungen (ca. +/- 10 %) können in ihrem Einfluss auf die Emissionsberechnung vernachlässigt werden.

Die Officialstatistik berichtet weder Endgewichte noch Daten zur Mastdauer. Sofern Durchgangszahl pro Jahr, Geschlechterverhältnis und Schlachtausbeute bekannt sind, können geschlechtsabhängige Endgewichte und die Mastdauer aus Tierplatzzahlen und jährlicher Gesamtfleischproduktion (ZMP-Bilanzen „Eier und Geflü-

Dämmgen 2008, using ZMP balances „Eier und Geflügel“ (“eggs and poultry”), for various years.). Animal numbers and total meat production data refer to the same year, respectively.

According to Haenel and Dämmgen (2008), for fattening period durations between 28 and 49 days (approximately up to 56 days) the gender-specific final weight can be calculated from:

$$w_{\text{fin},i} = w_{\text{start}} + r_g \cdot (a_{g,i} + b_{g,i} \cdot k_{\text{fin}}) \quad (9.21)$$

where

$\Delta w_{i,k,\text{lin}}$	linearisation of total weight gain $\Delta w_{i,k}$ (in kg an^{-1})
i	gender index (i = male, female)
r_g	growth relative to reference (in kg kg^{-1})
$a_{g,i}$	constant ($a_{g,\text{male}} = -1010.7 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$, $a_{g,\text{female}} = -645.3 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$)
$b_{g,i}$	constant ($b_{g,\text{male}} = 78.343 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$, $b_{g,\text{female}} = 61.586 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$)
k_{fin}	number of final day of fattening period

The term in brackets describes the (gender-dependent) weight gain of a reference broiler according to GfE (2000, Table 2.3.1). The variable r_g accounts for the deviation of the true weights from the development of the reference weights. Figure 9.2 illustrates the weight gain of the reference broilers as a function of time. Between days 28 and 49, the weight gain can be described by a linear function using the parameters a_{gi} and b_{gi} . The derivation of r_g is illustrated in Figure 9.3, using data from Anonymus (1997), Anonymus (2001b), Damme (1994, 1995, 1996), Damme and Rychlik (2001), Klein (1991a, 1991b), Poteracki (1991, 1994, 1996, 1995), Poteracki and Adam (1993a, 1993b), Poteracki et al. (1994), Simon (2001) as well as Simon and Stegemann (2005). The trend is confirmed for 2006 and 2007 by data given in Anonymus (2007d) and Simon and Stegemann (2007). Table 9.14 shows r_g for 1990 through 2007.

gel“, verschiedene Jahre) berechnet werden (Haenel und Dämmgen 2008). Dabei werden Tierplatzzahl und Gesamtfleischproduktionszahl aus dem gleichen Jahr verwendet.

Nach Haenel und Dämmgen (2008) kann das geschlechtsabhängige Endgewicht für Mastdauern von 28 bis 49 Tage (näherungsweise auch bis 56 Tage) beschrieben werden durch:

Der Klammerausdruck beschreibt den geschlechtsabhängigen Zuwachs eines Referenztieres nach GfE (2000, Tabelle 2.3.1), während der Faktor r_g die Abweichung tatsächlicher Tiergewichte von der Referenz-Gewichtsentwicklung berücksichtigt. Figure 9.2 zeigt den zeitlichen Verlauf des Referenztier-Zuwachses, dessen Linearisierung zwischen Tag 28 und 49 zu den Koeffizienten a_{gi} und b_{gi} führt. Figure 9.3 illustriert die Ableitung von r_g . Sie beruht auf Daten von Anonymus (1997), Anonymus (2001b), Damme (1994, 1995, 1996), Damme und Rychlik (2001), Klein (1991a, 1991b), Poteracki (1991, 1994, 1996, 1995), Poteracki und Adam (1993a, 1993b), Poteracki et al. (1994), Simon (2001) und Simon und Stegemann (2005). Neuere Daten bestätigen den Trend für 2006 und 2007 (Anonymus, 2007d; Simon und Stegemann, 2007). Table 9.14 zeigt r_g für die Jahre 1990 bis 2007.

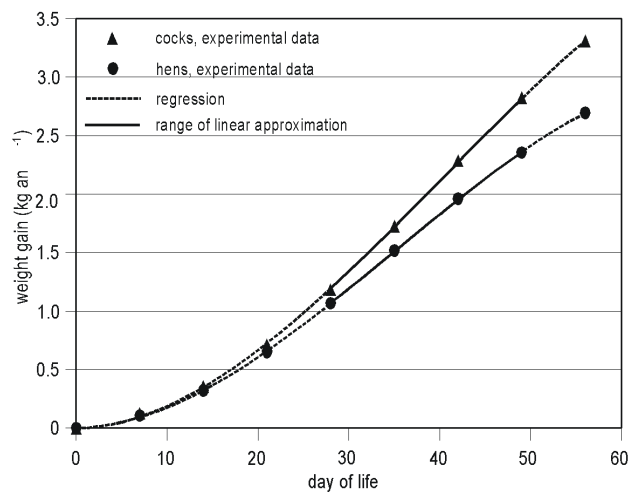


Figure 9.2: Broilers, reference weight gain, based on GfE (2000, Table 2.3.1). Between day 28 and day 49 (see solid lines), the curves can be linearised to yield the coefficients $a_{g,i}$ and $b_{g,i}$ (cf. Haenel and Dämmgen, 2008).

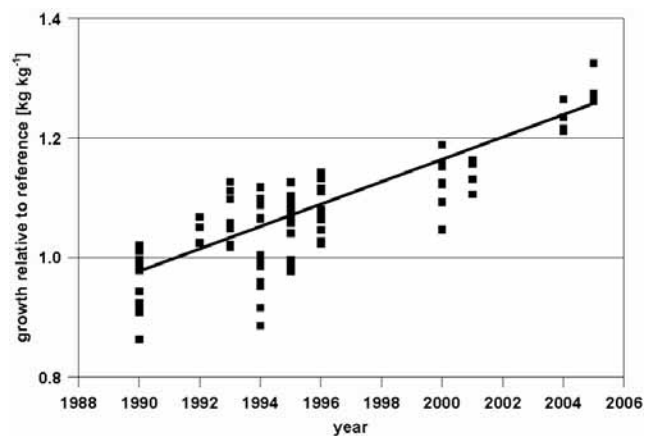


Figure 9.3: Broilers, growth relative to reference (r_g , solid trend line, $R^2 = 0.71$). Figure adopted from Haenel and Dämmgen (2008). Data points are results from breeding and feed composition tests with different fattening periods (and a male-female ratio of 1:1), normalised by the mean of growth data from reference cocks and hens according to Figure 9.2. For test data references see text.

Table 9.14: Broilers, time series of national-scale animal characteristics as far as available (cumulative carcass weight and animal numbers). Missing data result in model result gaps.

Year	cumulative carcass weight ^a Gg a ⁻¹	animal places ^a 1000 places	lifespan ^b d ro ⁻¹	number of rounds per year ^b cy	w_{kfin} (cocks) ^b kg an ⁻¹	w_{kfin} (hens) ^b kg an ⁻¹	cumulative metabolic weight (cocks) ^b kg d an ⁻¹	cumulative metabolic weight (hens) ^b kg d an ⁻¹	ratio of carcass weight to w_{kfin} ^b kg kg ⁻¹
1990		35393							
1991	322.7								
1992	344.3	36666	41.7	6.27	2.301	1.967	36.53	33.41	0.702
1993	348.7								
1994	364.5	40686	35.8	7.29	1.909	1.664	27.09	24.94	0.688
1995	360.8								
1996	387.9	43366	33.0	8.03	1.733	1.532	23.15	21.43	0.682
1997	402.8								
1998	444.4								
1999	460.2	49334	32.0	8.34	1.737	1.543	22.47	20.85	0.682
2000	533.9								
2001	560.6	51386	40.3	6.47	2.552	2.190	37.82	34.60	0.711
2002	571.4								
2003	618.5	54611	40.4	6.45	2.646	2.269	38.96	35.64	0.715
2004	705.7								
2005	728.4	56763	46.1	5.75	3.281	2.773	52.72	48.09	0.737
2006									
2007									

^a Source: ZMP „Eier und Geflügel“ (1990 – 2008)^b modelled according to Haenel and Dämmgen (2008)

Official statistics do not report durations of broiler fattening periods. Haenel and Dämmgen (2008) developed a modelling approach to derive a national mean of fattening period duration. The only model input required is the carcass weight per place and year as well as the growth rate relative to reference r_g .

Figure 9.4 shows the model results which comprise also the number of rounds and the ratio of carcass weight. The carcass weight per place is derived from officially reported data of national carcass weight totals and animal place numbers, see Table 9.14. The modelled animal weights are also given in Table 9.14.

No additional data are available to close data gaps with respect to animal weights. Thus gaps are closed by adoption of the weights reported in the respective previous year.

Die Officialstatistik berichtet nicht über Hähnchenmastdauern. Haenel und Dämmgen (2008) entwickelten daher einen Modellansatz zur Ableitung eines nationalen Mastdauermitelwertes als Funktion des Gewichtes nach Schlachtung unter Berücksichtigung des Zuwachsfaktors r_g .

Figure 9.4 zeigt die Modellergebnisse, die auch die Durchgangszahlen und den Schlachtausbeutefaktor umfassen. Das platzbezogene Gewicht nach Schlachtung ergibt sich aus den offiziell berichteten Zahlen über nationale Schlachtfleischmengen und Tierplätze, s. Table 9.14. Die damit berechneten Tiergewichtsdaten werden ebenfalls in Table 9.14 gezeigt. Lücken in der Zeitreihe der Tiergewichte, die auf Lücken in der Tierplatzzahl zurückgehen, können nicht mit Hilfe zusätzlicher Informationen geschlossen werden. Es werden die Tiergewichte des Vorjahres verwendet.

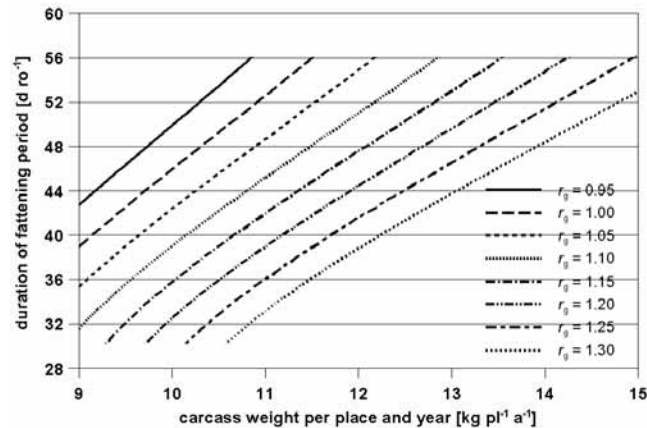


Figure 9.4: Broilers, calculated mean duration of fattening period in Germany (as a function of the carcass weight per place and year and the growth relative to reference r_g [curve family parameter, in kg kg^{-1}]).

9.4.3 Energy requirements / Energiebedarf

9.4.3.1 Gross energy / Bruttoenergie

If the gross energy intake GE_{br} is unknown, it can be inferred from its relation to metabolisable energy ME :

Ist die Bruttoenergie-Aufnahme GE_{br} nicht bekannt, kann sie aus der Beziehung zwischen GE und umsetzbarer Energie ME abgeleitet werden:

$$GE_{br} = \frac{ME_{br}}{X_{ME, br}} \quad (9.22)$$

where

GE_{br} gross energy intake (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 ME_{br} requirements of metabolisable energy (in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 $X_{ME, br}$ metabolisability ($X_{ME, br} = 0.733 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)

According to Wecke et al. (2006), $X_{ME, br}$ is 0.72 MJ MJ^{-1} . Due to lack of information, $X_{ME, br}$ is assumed to be constant with time and space.

Nach Wecke et al. (2006) wird $X_{ME, br}$ mit $0,72 \text{ MJ MJ}^{-1}$ angesetzt. Mangels besserer Informationen wird $X_{ME, br}$ als zeitlich und räumlich konstant angesehen.

9.4.3.2 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

The overall requirements of metabolisable energy ME_{br} (daily average per place and day) are deduced from the following relation:

Im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Fütterung gilt für den auf einen Tierplatz bezogenen tagesmittleren Bedarf an metabolisierbarer Energie ME_{br} :

$$ME_{br} = NE_m + NE_g \quad (9.23)$$

where

ME_{br} requirements of metabolisable energy (in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1} \text{ ME}$)
 NE_m net energy required for maintenance (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{d}^{-1} \text{ ME}$)
 NE_g net energy consumed for growth (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{d}^{-1} \text{ ME}$)

In contrast to the treatment of laying hens, the equation to describe ME does not contain a term to describe the energy required to obtain food. Such a share is not mentioned explicitly in the literature. It is assumed that the amount is part of the reported NE_m data.

Anders als bei Legehennen enthält die ME-Gleichung keinen Energieaufwand zur Futtersuche (NE_f). Ein solcher Anteil wird in der verfügbaren Literatur nicht gesondert ausgewiesen. Es wird angenommen, dass er in den berichteten NE_m -Daten enthalten ist.

9.4.3.3 Net energy required for maintenance / Erhaltungsenergie

The energy balances of male and female broilers differ from one another. This is accounted for using the share of males, x_{male} , in the overall population. Official data for this share are missing. A ratio x_{male} of 0.5 is used in accordance with animal performance and feed composition tests (Haenel and Dämmgen, 2008).

Masthähnchen und –hühnchen weichen in ihrem Energiehaushalt voneinander ab. Mit Hilfe des relativen Anteils der männlichen Broiler an der Gesamtpopulation, x_{male} , werden die beiden Geschlechter formal getrennt berücksichtigt. Mangels offizieller Daten wird x_{male} unter Bezug auf Zuchttier- und Futtermittelprüfungen mit 0,5 angesetzt (Haenel und Dämmgen, 2008).

$$NE_m = x_{\text{male}} \cdot NE_{m, \text{male}} + (1 - x_{\text{male}}) \cdot NE_{m, \text{female}} \quad (9.24)$$

where

NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
x_{male}	fraction of males with respect to total broiler population
$NE_{m, \text{male}}$	metabolisable energy required for daily maintenance by males (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$NE_{m, \text{female}}$	metabolisable energy required for daily maintenance by females (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)

with

$$NE_{m, i} = \eta_{ME, m} \cdot \frac{\Sigma W_i}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.25)$$

where

i	$i = \text{male, female}$
$NE_{m, i}$	metabolisable energy required for daily maintenance by gender i (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$\eta_{ME, m}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance (see below)
ΣW_i	cumulative metabolic weight (in kg d an ⁻¹ ro ⁻¹ = kg d pl ⁻¹ ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

In accordance with GfE (2000, equation 1.3.11), the specific metabolisable energy required for daily maintenance for laying hens is used by analogy ($\eta_{ME, m} = 0.48 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$).

The gender-dependent cumulative metabolic weight ΣW_i ($i = \text{male, female}$) is defined by Equation (9.26). The calculation is performed according to the approach used for layers (see Chapter 9.3.3.2.1):

Die spezifische metabolisierbare Energie $\eta_{ME, m}$ wird nach GfE (2000, Gleichung 1.3.11) in Analogie zu Legehennen mit $0,48 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$ angesetzt.

Das geschlechtsabhängige kumulative metabolische Gewicht ΣW_i ($i = \text{männlich, weiblich}$) ist definiert nach Gleichung (9.26). Die Berechnung entspricht formal der für Legehennen, siehe Kapitel 9.3.3.2.1:

$$\Sigma W_i = w_{m, \text{ref}} \cdot \left[\tau_{\text{char, br, i}} \cdot \left(\frac{w_{\text{start}}}{w_{\text{ref}}} \right)^{0.75} + (\tau_{\text{lifespan}} - \tau_{\text{char, br, i}}) \cdot \left(\frac{w_{\text{fin, i}}}{w_{\text{ref}}} \right)^{0.75} \right] \quad (9.26)$$

where

ΣW_i	cumulative metabolic weight (in kg d an ⁻¹ ro ⁻¹ = kg d pl ⁻¹ ro ⁻¹)
$w_{m, \text{ref}}$	reference weight ($w_{m, \text{ref}} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)

$\tau_{\text{char, br, i}}$	characteristic time scale of growth for i = male, female (d ro^{-1})
w_{start}	animal weight at the beginning of the round (in kg an^{-1})
τ_{lifespan}	lifespan of laying hens (d ro^{-1})
$w_{\text{fin, i}}$	animal weight at the end of the round for i = male, female (in kg an^{-1})

The characteristic time parameter $\tau_{\text{char, br, i}}$ is calculated as function of lifespan (cf. Haenel and Dämmgen, 2008):

Der charakteristische Zeitparameter $\tau_{\text{char, br, i}}$ ist nach Haenel und Dämmgen (2008) als Funktion der Mastdauer zu berechnen:

$$\tau_{\text{char, br, i}} = a_{\tau, i} + b_{\tau, i} \cdot k_{\text{fin}} + c_{\tau, i} \cdot k_{\text{fin}}^2 \quad (9.27)$$

where

i	gender index (i = male, female)
k_{fin}	number of final day of fattening period
$a_{\tau, i}$	constant ($a_{\tau, \text{male}} = -1.419952 \text{ d ro}^{-1}$, $a_{\tau, \text{female}} = -1.502001 \text{ d ro}^{-1}$)
$b_{\tau, i}$	constant ($b_{\tau, \text{male}} = 0.689000 \text{ d ro}^{-1}$, $b_{\tau, \text{female}} = 0.713653 \text{ d ro}^{-1}$)
$c_{\tau, i}$	constant ($c_{\tau, \text{male}} = -0.002281 \text{ d ro}^{-1}$, $c_{\tau, \text{female}} = -0.003068 \text{ d ro}^{-1}$)

9.4.3.4 Net energy required for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum

The mean requirements can be derived from the respective gender-specific net energies:

Der mittlere Bedarf ergibt sich aus den geschlechtsabhängigen Anteilen:

$$NE_g = x_{\text{male}} \cdot NE_{g, \text{male}} + (1 - x_{\text{male}}) \cdot NE_{g, \text{female}} \quad (9.28)$$

where

NE_g	metabolisable energy required for growth (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
x_{male}	fraction of males with respect to total broiler population
$NE_{g, \text{male}}$	metabolisable energy required for growth by males (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$NE_{g, \text{female}}$	metabolisable energy required for growth by females (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)

with

$$NE_{g, i} = \eta_{\text{ME, g, i}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{round, i}}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.29)$$

where

$NE_{g, i}$	metabolisable energy required for growth, i = male, female (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$\eta_{\text{ME, g, i}}$	specific metabolisable energy required for growth, i = male, female (in $\text{MJ kg}^{-1} \text{ ME}$)
$\Delta w_{\text{round, i}}$	animal weight gain per place and round, i = male, female (in $\text{kg an}^{-1} = \text{kg pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})

The specific energy requirements $\eta_{\text{ME, g, i}}$ depend on the duration of the fattening period (Haenel and Dämmgen, 2008):

Der spezifische Energiebedarf $\eta_{\text{ME, g, i}}$ kann als Funktion der Mastdauer berechnet werden (Haenel und Dämmgen, 2008):

$$\eta_{\text{ME, g, i}} = a_{\eta, i} + b_{\eta, i} \cdot k_{\text{fin}} + c_{\eta, i} \cdot k_{\text{fin}}^2 \quad (9.30)$$

where

k_{fin}	number of final day of fattening period
$a_{\eta, i}$	constant ($a_{\eta, \text{male}} = 11.253984 \text{ MJ kg}^{-1}$, $a_{\eta, \text{female}} = 11.2224501 \text{ MJ kg}^{-1}$)
$b_{\eta, i}$	constant ($b_{\eta, \text{male}} = 0.204377 \text{ MJ kg}^{-1}$, $b_{\eta, \text{female}} = 0.214422 \text{ MJ kg}^{-1}$)
$c_{\eta, i}$	constant ($c_{\eta, \text{male}} = -0.001865 \text{ MJ kg}^{-1}$, $c_{\eta, \text{female}} = -0.001704 \text{ MJ kg}^{-1}$)

The analysis of various time series of tests (breeding animal performance tests, feed conversion tests, see Haenel and Dämmgen 2008) showed deviations of -15.8 to + 7.4 % from metabolisable energy requirements calculated according to the GfE (2000) equations given above. New broiler lines with improved feed exploitation (Simon and Stegemann, 2007) will have energy requirements consistently lower than those given by the GfE (2000) approach.

At the time being, lack of data inhibits adequate modelling of this effect.

Die Auswertung einer Reihe von Zucht- und Futterwertleistungsprüfungen (Haenel und Dämmgen, 2008) erbrachte Abweichungen der aufgenommenen metabolisierbaren Energie vom oben beschriebenen GfE (2000)-Ansatz zwischen -15,8 % und +7,4 %. Für neue Hähnchenlinien mit verbesserter Futterverwertung (Simon und Stegemann, 2007) wird mit einer dauerhaften Unterschreitung des durch GfE (2000) gegebenen Energiebedarfs zu rechnen sein.

Eine Modellierung ist mangels geeigneter Daten bisher nicht möglich.

9.4.4 Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung

In general, broiler feeding is split up in three phases. A special feed for chicks is given normally until day 11, followed by the fattening feed, which is replaced by a special feed about four to five days before slaughtering. The first-phase feed has a lesser ME content and a higher content of crude protein (XP) than the feed within the subsequent two phases. The latter differ only slightly from each other with respect to ME and XP contents.

As the duration of the fattening period and the animal performances have been varying and the feed composition has varied to some extent, it has been impossible to establish national and representative time series of mean feed properties such as η_{ME} , x_{XP} . Data originating from breeding performance and feed quality tests offered some guidance which resulted in the respective data in Table 9.15. Table 9.15 also shows ME requirements and feed intake modelled for an average broiler population (cocks-to-hens-ratio of 1 to 1). Feed intake is based on the assumption of feeding adequate to energy requirements.

Die Fütterung ist im Allgemeinen dreiphasig. Das Kükenfutter wird meist bis zum 11. Tag verabreicht, danach folgt das Mastfutter, und ca. vier bis fünf Tage vor dem Schlachttermin wird die Fütterung auf Absetzfutter umgestellt. Die Fütterung in der Anfangsphase weist einen geringeren Gehalt an ME und einen höheren Gehalt an Rohprotein (XP) auf als die nachfolgenden beiden Phasen, die sich bzgl. ME- und XP-Gehalt i. d. R. kaum voneinander unterscheiden.

Wegen variierender Mastdauer, unterschiedlichem Leistungsverhalten der Tiere und gewisser Toleranzen in der Futtermittelproduktion ist es prinzipiell unmöglich, bundesweit repräsentative Jahreseffektivwerte für Futtereigenschaften (η_{ME} , x_{XP}) zu ermitteln. Aus Daten aus Zucht- und Futtermittelprüfungen lassen sich jedoch Richtwerte ableiten, siehe Table 9.15. Table 9.15 zeigt darüber hinaus die für eine mittlere Masthähnchen und -hähnchen-Population (Hähne-zu-Hennen-Verhältnis 1 zu 1) modellierten Werte für ME-Bedarf und Futteraufnahme. Letztere wurde unter der Annahme einer bedarfsgerechten Fütterung berechnet.

Table 9.15: Broilers, time series of feed properties, ME requirements and feed intake as modelled for an average broiler population (cocks-to-hens-ratio of 1)

Year	XP content ^a kg kg ⁻¹	ME content ^a MJ kg ⁻¹	ME requirements ^b MJ pl ⁻¹ d ⁻¹	feed intake ^b g pl ⁻¹ d ⁻¹
1990	0.230	13.0		
1991	0.230	13.0		
1992	0.230	13.0	0.893	68.7
1993	0.230	13.0		
1994	0.230	13.0	0.821	63.2
1995	0.230	13.0		
1996	0.230	13.0	0.802	61.7
1997	0.230	13.0		
1998	0.230	13.0		
1999	0.220	13.0	0.825	63.5
2000	0.220	13.0		
2001	0.220	13.0	0.999	76.8
2002	0.220	13.0		
2003	0.210	13.0	1.031	79.3
2004	0.210	13.0		
2005	0.210	13.0	1.183	91.0
2006	0.205	13.0		
2007	0.205	13.0		

^a Source: Haenel and Dämmgen (2008), except for 2006 and 2007 where data are based on Anonymus (2007d) and Simon und Stegemann (2007)

^b calculated according to Haenel and Dämmgen (2008)

9.4.5 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

9.4.6 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

9.4.6.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

CH₄ emissions from manure management of broilers are determined using a detailed methodology:

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden nach einem detaillierten Verfahren berechnet:

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM, br}} = EF_{\text{CH}_4, \text{MM, br}} \cdot n_{\text{br}} \quad (9.31)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{MM, br}}$ methane emissions from manure management for broilers (in kg a⁻¹ CH₄)
 $EF_{\text{CH}_4, \text{MM, br}}$ emission factor for methane from manure management for broilers (in kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 n_{br} number of broiler places

and

$$EF_{\text{CH}_4, \text{MM, br}} = VS_{\text{br}} \cdot \alpha \cdot B_{\text{o, br}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{po}} \quad (9.32)$$

with

$EF_{\text{CH}_4, \text{MM, br}}$ emission factor for methane from manure management for broilers

	(in $\text{kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$)
VS_{br}	volatile solid excretion of broilers (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$B_{\text{o, br}}$	maximum methane producing capacity for broilers ($B_{\text{o, br}} = 0.36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$, IPCC(2006))
ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{\text{CH}_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
MCF_{po}	methane conversion factor for poultry, cold region ($MCF_{\text{br}} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1}$)

And

$$VS_{\text{br}} = GE_{\text{br}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{E, br}}} \cdot (1 - X_{\text{DE, br}}) \cdot (1 - x_{\text{ash, br}}) \quad (9.33)$$

where

VS_{br}	volatile solid excretion of broilers (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
GE_{br}	gross energy intake of broilers (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$\eta_{\text{E, br}}$	energy content of dry matter ($c_{\text{E, br}} = 16.18 \text{ MJ kg}^{-1}$, see Wecke et al. 2006)
$X_{\text{DE, br}}$	digestibility of feed ($X_{\text{DE, br}} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
$x_{\text{ash, br}}$	ash content of the manure ($x_{\text{ash, br}} = 0.18 \text{ kg kg}^{-1}$, see below)

According to a compilation of values of ash content in broiler excreta (cf. Hennig and Poppe, 1975), $x_{\text{ash, br}} = 0.18 \text{ kg kg}^{-1}$ is assumed.

No data are available for the digestibility $X_{\text{DE, br}}$. Thus, the value used for pullets is used instead ($X_{\text{DE, br}} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$). Both $X_{\text{DE, br}}$ and $x_{\text{ash, br}}$ are assumed to be constant with time.

The time series of VS excretions as calculated by the equations given above is presented in Table 9.18 in Chapter 9.4.8.1.2.

Basierend auf einer Literaturlauswertung in Hennig und Poppe (1975) wird der Aschegehalt im Broiler-Kot mit $x_{\text{ash, br}} = 0,18 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt.

Für die Verdaulichkeit $X_{\text{DE, br}}$ konnten keine Daten ermittelt werden, weshalb der Junghennen-Wert $0,78 \text{ MJ MJ}^{-1}$ verwendet wird. Sowohl $x_{\text{ash, br}}$ als auch $X_{\text{DE, br}}$ werden als zeitlich konstant angenommen.

Die so errechnete Zeitreihe der VS-Ausscheidungen ist in Table 9.18 in Kapitel 9.4.8.1.2 dargestellt.

9.4.6.2 Carbon inputs with bedding material / Kohlenstoff-Einträge mit Einstreu

In deep litter and aviary systems straw is used as bedding material. Amounts and properties of the straw used can be found in Table 9.16.

An immobilisation of TAN from UAN is unlikely, as the dry conditions impede the process.

At present, the bedding material is not considered an extra source of CH_4 .

Bei Boden- oder Volierenhaltung wird der Boden mit Stroh eingestreut Mengen und Eigenschaften des Strohs gehen aus Table 9.16 hervor.

Eine Immobilisierung von TAN aus UAN in der Einstreu findet wahrscheinlich nicht statt (fehlende Feuchtigkeit verhindert Immobilisierung).

Zurzeit wird die Einstreu nicht als zusätzliche Quelle von CH_4 angesehen.

Table 9.16: Broilers, amounts of straw per place used in German broiler houses

Animal house type			
Deep litter system		1.5	$\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ straw
straw properties	dry matter content of straw	0.86	kg kg^{-1}
	N in dry matter	0.0050	kg kg^{-1} N
	of which TAN	50	%

Source: KTBL (2006), pg. 585 ff

9.4.6.3 Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen

In Germany, only one type of broiler houses is used. Bedding is provided as straw.
Poultry manure is stored as solid.

In Deutschland wird in der Hähnchenmast nur ein Gebäudetyp eingesetzt.
Geflügelkot wird trocken gelagert.

9.4.7 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For NMVOC emission factors, the statements made in Chapter 9.3.7 can be transferred to the treatment of broilers.

Die Aussagen zu Emissionsfaktoren in Kapitel 9.3.7 gelten für Masthähnchen und –hühnchen sinngemäß.

9.4.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

9.4.8.1 Nitrogen excretion / Stickstoff-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 (for results see Table 9.18):

Die Ausscheidungen 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 (zu den Ergebnissen siehe Table 9.18):

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{eggs}} - m_{\text{g}} \quad (9.34)$$

where

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)

9.4.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter

The 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 mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs berechnet sich mit Hilfe von Futtermenge und Rohprotein-(XP-)Gehalt:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot \alpha \cdot \left(m_{\text{F}} \cdot \frac{\tau_{\text{lifespan}}}{\tau_{\text{round}}} \right) \quad (9.35)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in feed (in kg kg ⁻¹ XP)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
m_{F}	daily feed intake (in kg d ⁻¹ a ⁻¹)
τ_{lifespan}	span of animal lifetime within a round (in d ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

For the XP contents of normal feed see Table 9.15. No information is available for N reduced feed. The assessment of excretions makes use

Table 9.15 gibt den XP-Gehalt von nicht N-reduziertem Futter an. Informationen zu N-reduziertem Futter sind nicht verfügbar. Die Aus-

of the assumption that broiler production in Germany is based on a “normal” feed composition.

Feed intake is governed by ME requirements (ME_{br}), see Chapter 9.4.3.2. Keeping in mind that the daily feed requirements are related to the individual, whereas ME_{br} is related to the animal place, the amount of feed m_F can be calculated as:

$$m_F = \frac{ME_{br}}{\eta_{ME, feed}} \cdot \frac{\tau_{round}}{\tau_{lifespan}} \quad (9.36)$$

where

m_F	daily feed intake (in $\text{kg d}^{-1} \text{ an}^{-1}$)
ME_{br}	requirements of metabolisable energy (in $\text{MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$\eta_{ME, feed}$	content of metabolisable energy in feed ($\eta_{ME, feed} = 11.26 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ME}$, see Chapter 9.4.3.2)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})
$\tau_{lifespan}$	span of animal lifetime within a round (in d ro^{-1})

Feed intake calculated from the equation given above: $0.06 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ in the early 1990ies up to values exceeding $0.07 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ for the present (due to heavier animals). For more results see Table 9.18.

scheidungsrechnungen gehen von nicht N-reduziertem Futter aus.

Die tägliche Futtermittelaufnahme ist eine Funktion des umsetzbaren Energiebedarfs ME_{br} (siehe Kapitel 9.4.3.2). Der tägliche Futterbedarf m_F bezieht sich auf das Tier, während ME_{br} pro Tierplatz bestimmt wird. Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt:

Mit obiger Gleichung findet man Futteraufnahmewerte von knapp unter $0,06 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ zu Beginn der 1990er Jahre bis hin zu Werten über $0.07 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ für die heutzutage schwereren Tiere, siehe Tabelle Table 9.18.

9.4.8.1.2 N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper

LfL (2006) quantify the specific retention with $0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$. 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 and 56 days of life (Haenel and Dämmgen, 2008):

LfL (2006) gibt die spezifische N-Retention mit $0,035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ an. Der Broiler-Datensatz in GfE (2000, Tabelle 2.3.1) deutet eher auf eine niedrigere N-Retention hin, die überdies 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, 2008):

$$x_{N, ret} = a_{ret} + b_{ret} \cdot k_{fin} + c_{ret} \cdot k_{fin}^2 \quad (9.37)$$

where

$x_{N, ret}$	gender-averaged specific N retention as function of lifespan (in $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$)
k_{fin}	number of final day of fattening period
a_{ret}	constant ($a_{ret} = 2.3806 \cdot 10^{-2} \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
b_{ret}	constant ($b_{ret} = 2.5244 \cdot 10^{-4} \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
c_{ret}	constant ($c_{ret} = -1.9964 \cdot 10^{-6} \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Table 9.17 shows the N retention as estimated for selected lifespans.

Table 9.17 zeigt die für ausgewählte Mastdauern berechnete spezifische Retention.

Table 9.17: Broilers, calculated specific N retention

Duration of fattening period (d ro ⁻¹)	21	28	35	42	49	56
$x_{N, \text{ret, br}} \text{ (kg kg}^{-1}\text{)}$	0.0282	0.0293	0.0302	0.0309	0.0314	0.0317

Total N retention is obtained from:

Die absolute N-Retention folgt dann aus:

$$m_g = x_{N, \text{ret}} \cdot \alpha \cdot \frac{[x_{\text{male}} \cdot w_{\text{fin, male}} + (1 - x_{\text{male}}) \cdot w_{\text{fin, female}}] - w_{\text{start}}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.38)$$

where

m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$x_{N, \text{ret}}$	gender-averaged specific N retention as function of lifespan (in kg kg ⁻¹ N)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
x_{male}	male broiler fraction of total population
$w_{\text{fin, male}}$	weight of male broiler at the end of the round (in kg an ⁻¹)
$w_{\text{fin, female}}$	weight of female broiler at the end of the round (in kg an ⁻¹)
w_{start}	animal weight at the beginning of the round (in kg an ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

The UAN content reflects the assumption of an overall digestibility of crude protein of 0.78 kg kg⁻¹.

Detailed results of the calculation of N excretions are given in Table 9.18 which also comprises VS excretions (see Chapter 9.4.6.1).

Der UAN-Gehalt wird unter Annahme einer Rohprotein-Verdaulichkeit von 0,78 kg kg⁻¹ berechnet.

Table 9.18 zeigt Detail-Ergebnisse zu den Berechnungen der N-Ausscheidungen. Ebenfalls angegeben sind VS-Ausscheidungen (s. Kapitel 9.4.6.1).

Table 9.18: Broilers, time series of VS excretions, N balance components, and UAN content

Year	VS excretion	N intake	N retention	N excretion		UAN content
	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ a ⁻¹	
1990						
1991						
1992	13.8	2.53	1.11	1.42	518	0.608
1993						
1994	12.7	2.33	1.05	1.27	464	0.597
1995						
1996	12.4	2.27	1.05	1.22	446	0.591
1997						
1998						
1999	12.8	2.23	1.09	1.14	418	0.571
2000						
2001	15.5	2.70	1.27	1.44	524	0.586
2002						
2003	16.0	2.66	1.31	1.35	494	0.567
2004						
2005	18.7	3.13	1.49	1.64	597	0.579
2006						
2007						

Results are based on the duration of an entire round (i.e. the sum of lifespan and cleansing time) and a cocks to hens ratio of 1.

9.4.8.2 Partial emission factors for NH_3 / Partielle NH_3 -Emissionsfaktoren

According to Döhler et al. (2002), Tables 3.11 and A6, a mean emission factor for bedded systems of $0.138 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ related to N excretion should be used.

The derivation of the NH_3 factor for storage is described in Chapter 9.3.8.2, the data can be found in Table 9.3.

For spreading a factor of $0.45 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.4).

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH_3 emission factors with a normal distribution.

Nach Döhler et al. (2002), Tabellen 3.11 und A6, wird für die Haltung mit Einstreu ein mittlerer Wert von $0,138 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ bezogen auf die N-Ausscheidung angesetzt.

Zur Ableitung des NH_3 -Faktors für Lagerung siehe Kapitel 9.3.8.2, zu den Werten Table 9.3.

Für die Ausbringung wird ein partieller Emissionsfaktor von $0,45 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ in Bezug auf vorhandenes UAN angesetzt (vgl. Table 9.4, Einarbeitung innerhalb 24 h).

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH_3 -Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

9.4.8.3 Partial emission factors for N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren für N_2O , NO und N_2

The N_2O emission factor is a combined factor for house and storage. The data used are taken from IPCC(2006)-10.63.

The factors for N_2O , NO and N_2 are listed in Table 9.5.

For N_2O , IPCC(2006)-10.63 propose an uncertainty factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a log-normal distribution. This applies also to NO and N_2 .

Der Emissionsfaktor für N_2O fasst die Emissionen aus Stall und Lager zusammen. Die Daten sind IPCC(2006)-10.63 entnommen.

Für N_2O , NO und N_2 werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

IPCC(2006)-10.63 geben für N_2O einen Unsicherheitsfaktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei log-normaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N_2 angenommen.

9.4.9 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

9.4.9.1.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

In broiler production, only one housing system is taken into account.

In der Haltung von Masthähnchen und -hühnchen ist nur ein Stalltyp vorgesehen.

9.4.9.1.2 Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen

EMEP(2006)-B1010-5 list the following particle emission factors for broilers (housing category "litter"): $0.052 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{10}$, $0.0068 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{2.5}$.

EMEP(2006)-B1010-5 gibt die folgenden PM-Emissionsfaktoren für Masthähnchen und -hühnchen (Haltungskategorie "Einstreu") an: $0,052 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{10}$, $0,0068 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{2.5}$.

9.4.10 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 9.19: Broilers, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.20	
		NM VOC	EM1005.51	
		NH ₃	EM1009.22	
		N ₂ O	EM1009.96	EM1009.98
		NO	EM1009.150	
		PM ₁₀	EM1010.16	
		PM _{2.5}	EM1010.36	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.27	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.20	
		NM VOC	IEF1005.46	
		NH ₃	IEF1009.19	
		N ₂ O	IEF1009.46	
		NO	IEF1009.73	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.15	AI1005POU.29

9.5 Pullets / Junghennen

Pullets are young hens between hatching and the beginning of egg production (18th week). They do not produce eggs.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 9.20.

Zukünftige Legehennen werden in der Zeit vom Schlüpfen bis zu Ihrer Einstellung nach der 18. Lebenswoche als Junghennen bezeichnet. Junghennen legen noch keine Eier.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 9.20 zusammengestellten Verfahren.

Table 9.20: Pullets, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation					
CH ₄	manure management	3	IPCC / national	district	district	1 a
NM VOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

9.5.1 Animal numbers / Tierzahlen

In StatLA C III 1 – vj 4, the Statistical Offices of the Federal States provide numbers for laying hens and pullets. These numbers cannot be used.

Instead, the numbers of pullets n_{pu} have to be corrected using the procedure described in Chapter 9.3.1.

Die Statistischen Landesämter stellen in StatLA C III 1 – vj 4 Tierzahlen für Legehennen und Jung-hennen bereit. Die dort genannten Tierzahlen können nicht verwendet werden.

Die Tierzahlen n_{pu} werden nach den Überlegungen in Kapitel 9.3.1 abgeleitet.

$$n_{pu} = (n_{AA} + n_{AB}) \cdot \frac{\tau_{round, pu}}{\tau_{round, lh} + \tau_{round, pu}} \quad (9.39)$$

where

n_{pu}	number of pullet places considered
n_{AA}	animal place numbers of type AA in the German census (see Table 9.1)
n_{AB}	animal place numbers of type AB in the German census (see Table 9.1)
$\tau_{round, lh}$	duration of round for laying hens ($\tau_{round, lh} = 441 \text{ d ro}^{-1}$)
$\tau_{round, pu}$	duration of round for pullets ($\tau_{round, pu} = 142 \text{ d ro}^{-1}$)

Uncertainty of activity data

The overall uncertainty is assumed to be < 10 %, distributed normal.

From 2005 on, the animal numbers are available in hundreds only. This does not lead to any significant changes of the uncertainty.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen wird auf < 10 % (normal verteilt) geschätzt.

Von 2005 an werden die Tierzahlen nur noch mit einer Auflösung von hundert Stück angegeben. Dies hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Unsicherheit.

9.5.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

9.5.2.1 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The relevant performance criterion of pullets is their weight gain from chick (starting weight fixed to 45 g an⁻¹, see Daenischessen, 2006) to the final weight of about 1.3 kg an⁻¹ (mean for 2005 and various breeds, equal to $w_{\text{start, jh}}$). In 1990, the final weight was 1.55 kg an⁻¹ (for sources of information see Table 9.20), and the life period between 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 9.3.2.1).

Die Leistung von Junghühnern besteht in ihrem Gewichtszuwachs von 45 g an⁻¹ als Küken (einheitlich angenommenes Anfangsgewicht nach Daenischessen, 2006) bis zu ca. 1,3 kg an⁻¹ (Mittelwert 2005 für verschiedene Rassen) am Ende der Aufzuchtphase. 1990 betrug das mittlere Endgewicht noch ca. 1,55 kg an⁻¹ (siehe Quellenangaben Table 9.20). 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 (s. Kapitel 9.3.2.1).

9.5.3 Energy requirements /Energiebedarf

9.5.3.1 Gross energy / Bruttoenergie

The actual feed intake was combined with the metabolisability of the relevant feed components. For a two phase production system the mean effective metabolisability was calculated and assumed to be constant with time (Haenel and Dämmgen, 2007a). As further information is not available at present, gross energy requirements are determined as follows:

Aus der tatsächlichen Futteraufnahme wurde unter Verwendung üblicher Werte für die Umsetzbarkeit der relevanten Futterbestandteile einer Zweiphasenfütterung die effektive Umsetzbarkeit $X_{\text{ME, pu}}$ berechnet (Haenel und Dämmgen, 2007a), die mangels besserer Informationen als zeitlich konstant angenommen wird. Mit ihrer Hilfe bestimmt sich die Bruttoenergie wie folgt:

$$GE_{\text{pu}} = \frac{ME_{\text{pu}}}{X_{\text{ME, pu}}} \quad (9.40)$$

where

GE_{pu}	gross energy intake (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{pu}	requirements of metabolisable energy (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, pu}}$	metabolisability ($X_{\text{ME, pu}} = 0.712 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see above)

9.5.3.2 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

The daily requirements for metabolisable energy of pullets is obtained from:

Für den täglichen Bedarf an umsetzbarer Energie gilt für Junghennen:

$$ME_{\text{pu}} = NE_{\text{m}} + NE_{\text{f}} + NE_{\text{g}} \quad (9.41)$$

where

ME_{pu}	requirements of metabolisable energy (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
NE_{m}	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_{f}	net energy needed to obtain food (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_{g}	net energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)

Methods to calculate NE_m , NE_f and NE_g are not available at present. However, there is a close relation between the feed intake per round and the weight gain (e.g. Halle 2002; Richter and Kolb 2005). If one assumes feeding according to energetic requirements, one can use the following equation:

$$NE_m + NE_f + NE_g = \eta_{ME, feed} \cdot \left(x_{feed, pu} \cdot \frac{\Delta w_{round}}{\tau_{round}} \right) \quad (9.42)$$

where

NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_f	net energy needed to obtain food (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
NE_g	net energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME, feed}$	content of metabolisable energy in pullet diet (in MJ kg ⁻¹ ME)
$x_{feed, pu}$	pullet diet mass needed for animal weight gain (in kg kg ⁻¹)
Δw_{round}	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.7.3.2 (in kg an ⁻¹ = kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

The term in brackets describes the total amount of feed taken in during the period of upbringing. Haenel and Dämmgen (2007a) derive ME contents of $\eta_{ME, feed} = 11.2 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ME}$ and a feeding effort of $x_{feed, pu} = 5.12 \text{ kg kg}^{-1}$.

The animal round τ_{round} comprises the period of raising, $\tau_{lifespan, pu} = 128 \text{ d ro}^{-1}$ (KTBL, 2004, pg. 480) and the service time $\tau_{service, pu} = 14 \text{ d ro}^{-1}$ (Geflügeljahrbuch 2005, pg. 79).

Methoden zur Berechnung von NE_m , NE_f und NE_g sind derzeit nicht verfügbar. Es besteht aber ein enger Zusammenhang zwischen der pro Durchgang aufgenommenen Futtermenge und der erreichten Gewichtszunahme (z. B. Halle 2002; Richter und Kolb 2005). Unter Annahme einer bedarfsgerechten Fütterung ergibt sich daraus:

Der Klammerausdruck repräsentiert die während der Aufzucht insgesamt aufgenommene Futtermenge. Nach Haenel und Dämmgen (2007a) wird der ME-Gehalt mit $\eta_{ME, feed} = 11,2 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ME}$ und der Futteraufwand mit $x_{feed, pu} = 5,12 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt.

Die Durchgangsdauer τ_{round} umfasst die Aufzuchtdauer $\tau_{lifespan, pu}$ von 128 d ro^{-1} (KTBL, 2004, S. 480) und die Reinigungszeit $\tau_{service, pu}$ (14 d ro^{-1} nach Geflügeljahrbuch 2005, S. 79).

9.5.4 Feed composition / Futterzusammensetzung

For this inventory it is assumed that the feed composition given in Table 9.21 is representative of the feed used in pullet production.

Für das Inventar wird davon ausgegangen, dass in den Junghennenproduktion Futter eingesetzt werden, wie sie in Table 9.21 beschrieben sind.

Table 9.21: Pullets, diets used in pullet feeding, related energies (*GE*, *DE* and *ME* related to dry matter *DM*), and nitrogen contents (x_N). Representative values for phase feeding are given in footnotes. For pullet feeds 1A/1B, energy content calculations are based on data in Beyer et al. (2004).

Feed type	Lifetime pe- riod (weeks)	Major components	<i>GE</i> in MJ kg ⁻¹	<i>DE</i> in MJ kg ⁻¹	<i>ME</i> in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
pullets 1A ^{1,a}	1 to 8	maize, wheat, barley, soybean meal, peas, dried grass meal, soybean oil	16.0	12.5	11.3	0.0291
pullets 1B ^{1,a}	9 to 18	maize, wheat, barley, soybean meal, dried grass meal	15.7	12.2	11.2	0.0230
pullets 2A ^{2,b}	1 to 2				11.4	0.0352 to 0.0376
pullets 2B ^{2,b}	3 to 6				11.0	0.0272 to 0.0296
pullets 2C ^{2,b}	7 to 12				10.6	0.0240 to 0.0264
pullets 2D ^{2,b}	13 to 18				10.6	0.0192 to 0.0216
pullets 3A ^{3,c}	1 to 3				12.0	0.0336
pullets 3B ^{3,c}	4 to 8				11.4	0.0296
pullets 3C ^{3,c}	9 to 16				11.4	0.0232
pullets 3D ^{3,c}	17 to 19				11.6	0.0280
pullets 4A ^{4,d}	1 to 3				12.0	0.0336
(N reduced) pullets 4B ^{4,d}	4 to 7				11.4	0.0272
(N reduced) pullets 4C ^{4,d}	8 to 12				11.4	0.0224
(N reduced) pullets 4D ^{4,d}	13 to 16				11.2	0.0208
(N reduced) pullets 4E ^{4,d}	17 to 19				11.4	0.0264

^a Intake weighted phase averages: *GE* = 15.77 MJ kg⁻¹, *DE* = 12.28 MJ kg⁻¹, *ME* = 11.23 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0247 kg kg⁻¹.
^b Intake weighted averages for phase A to D: *ME* = 10.68 MJ kg⁻¹, x_N (minimum) 0.0224 kg kg⁻¹ and 0.0248 kg kg⁻¹, x_N (maximum) 0.222 kg kg⁻¹ and 0.196 kg kg⁻¹.
^c Intake weighted averages for phases A to D: *ME* = 11.46 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0258 kg kg⁻¹.
^d Intake weighted averages for phases A to E: *ME* = 11.34 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0234 kg kg⁻¹.
Sources: ¹ Halle (2002); ² KTBL (2004), pp. 495/496; ^{3,4} DLG (2005), pg. 46

9.5.5 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

9.5.6 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

9.5.6.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The emission calculation for pullets is performed using a detailed methodology:

Die CH₄-Emissionen aus der Junghennen-Haltung werden nach einem detaillierten Verfahren berechnet:

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM, pu}} = EF_{\text{CH}_4, \text{MM, pu}} \cdot n_{\text{pu}} \quad (9.43)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{MM, pu}}$ methane emissions from manure management for pullets (in kg a⁻¹ CH₄)

$EF_{CH_4, MM, pu}$ emission factor for methane from manure management for pullets
(in $\text{kg an}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)
 n_{pu} number of pullet places

and

$$EF_{CH_4, MM, pu} = VS_{pu} \cdot \alpha \cdot B_{o, pu} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{pu} \quad (9.44)$$

with

$EF_{CH_4, MM, pu}$ emission factor for methane from manure management for pullets
(in $\text{kg an}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)
 VS_{pu} volatile solid excretion of pullets (in $\text{kg an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 α time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 $B_{o, pu}$ maximum methane producing capacity for pullets ($B_{o, pu} = 0.32 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{CH}_4$)
 ρ_{CH_4} density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
 MCF_{pu} methane conversion factor for pullets, cold region ($MCF_{pu} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1}$)

and

$$VS_{pu} = GE_{pu} \cdot \frac{1}{\eta_{E, pu}} \cdot (1 - X_{DE, pu}) \cdot (1 - x_{ash, pu}) \quad (9.45)$$

where

VS_{pu} volatile solid excretion of pullets (in $\text{kg an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 GE_{pu} gross energy intake of pullets (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 $\eta_{E, pu}$ energy content of dry matter (in MJ kg^{-1} , see Table 4.58)
 $X_{DE, pu}$ digestibility of feed ($X_{DE, pu} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
 $x_{ash, pu}$ ash content of the manure (in kg kg^{-1})

According to data listed in Hennig and Poppe (1975), the ash content of pullet excreta is assumed to be $x_{ash, pu} = 0.13 \text{ kg kg}^{-1}$. The digestibility $X_{DE, pu}$ was obtained for phase feeding (two phases) and amounts to 0.78 MJ MJ^{-1} (Haenel and Dämmgen, 2007a). It is assumed to be constant over the time series.

Der Aschegehalt von Junghennen-Kot wird nach Daten in Hennig und Poppe (1975) mit $x_{ash, pu} = 0,13 \text{ kg kg}^{-1}$ angenommen. Für die Verdaulichkeit $X_{DE, pu}$ wurde anhand einer Zweiphasenfütterung ein Wert von $0,78 \text{ MJ MJ}^{-1}$ ermittelt (Haenel und Dämmgen, 2007a). Dieser Wert wird als zeitlich konstant angesehen.

9.5.6.2 Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungs-kapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren

Poultry manure is stored as solid.

Mean methane formation potentials B_o for pullets are not listed in IPCC(2006)-10.82. The value given for broilers, turkeys and ducks is used instead. The same applies to the methane conversion factors MCF .

Geflügelmist wird trocken gelagert.

Maximale Methan-Bildungspotentiale B_o werden für Junghennen in IPCC(2006)-10.82 nicht mehr eigens ausgewiesen. Es wird der Wert für Masthähnchen, Puten und Enten angesetzt. Das Gleiche gilt für die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF .

9.5.7 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For the calculation of NMVOC emissions, a simpler methodology is used.

There is no differentiation with respect to animal categories. The emission factors (cf.

NMVOC-Emissionen werden wie für alle Hühner nach einem einfachen Verfahren ermittelt.

Die Emissionsfaktoren sind nicht nach Tierkategorien differenziert. Die auf NH_3 -Emissionen

Chapter 3.4.4) for poultry are related to NH_3 emissions and listed in Table 9.2.

bezogenen NMVOC-Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 3.4.4) sind in Table 9.2 zusammengestellt.

9.5.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

9.5.8.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

The N excretion of pullets is quantified using the mass balance approach:

Die N-Ausscheidung von Junghennen wird über die Stoffbilanz errechnet:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} \quad (9.46)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

9.5.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter

Feeding according to requirements yields:

Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot \alpha \cdot \left(x_{\text{feed, pu}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{round}}}{\tau_{\text{round}}} \right) \quad (9.47)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in pullet diet ($\text{kg kg}^{-1} \text{XP}$, see below)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$x_{\text{feed, pu}}$	pullet diet mass needed for animal weight gain (in kg kg^{-1})
Δw_{round}	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.7.3.2 (in $\text{kg an}^{-1} = \text{kg pl}^{-1} \text{ro}^{-1}$)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})

Data of Δw_{round} , τ_{round} und $x_{\text{feed, pu}}$ are provided in Table 9.21.

Pullets are normally fed in four to five phases, at least in two phases. For the two-phase feeding referred to in Table 4.60, means of $x_{\text{XP, feed}} = 0.155 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$ are obtained (Haenel and Dämmgen, 2007a). This value also marks the upper margin of a four phase feeding according to KTBL (2004, pg. 495 f); the lower margin is $0.140 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$. DLG (2005, pg. 46) differentiates explicitly between normal and N reduced feed, which results in $0.161 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$ and $0.146 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$, respectively (Haenel und Dämmgen, 2007a). For this inventory, the latter XP contents are used to calculate N excretions.

Für Daten zu Δw_{round} , τ_{round} und $x_{\text{feed, pu}}$ wird auf Table 9.21 verwiesen.

Die Fütterung von Junghennen erfolgt in der Regel in vier bis fünf Phasen, mindestens aber in zwei Phasen. Für das Zwei-Phasen-Beispiel in Tabelle 4.60 ergibt sich als Mittelwert $x_{\text{XP, feed}} = 0,155 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$ (Haenel und Dämmgen, 2007a). Diesen Wert findet man als Obergrenze auch für die Vier-Phasen-Fütterung nach KTBL (2004, S. 495 f.), während die Untergrenze bei $0,140 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$ liegt. DLG (2005, S. 46) unterscheidet explizit zwischen normaler und N-reduzierter Fütterung, wofür sich $0,161 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$ bzw. $0,146 \text{ kg kg}^{-1} \text{XP}$ ergibt (Haenel und Dämmgen, 2007a). Die letzten beiden Werte werden den Berechnungen der N-Ausscheidung zugrunde gelegt.

9.5.8.1.2 N retention / N-Retention

LfL (2006) report a specific N retention of 0.035 kg kg⁻¹ N. Thus, N retained amounts to

Die spezifische Retention beträgt nach LfL (2006) mit 0,035 kg kg⁻¹ N. Daraus folgt:

$$m_g = x_{N, \text{ret, pu}} \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta w_{\text{round}}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.48)$$

where

m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$x_{N, \text{ret, lh}}$	N retained by pullets ($x_{N, \text{ret, pu}} = 0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
Δw_{round}	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.7.3.2 (in kg a ⁻¹ = kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

9.5.8.1.3 Bedding / Einstreu

About 0.75 kg pl⁻¹ a⁻¹ of straw are used as bedding which corresponds to an N input of about 6 g pl⁻¹ a⁻¹.

Die Einstreu beträgt etwa 0,75 kg pl⁻¹ a⁻¹ Stroh, das bedeutet etwa 6 g pl⁻¹ a⁻¹ N.

9.5.8.2 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

Housing

According to Döhler et al. (2002), Tables 3.11 and A6, a mean emission factor for bedded systems of 0.138 kg kg⁻¹ NH₃-N should be used.

Haltung

Nach Döhler et al. (2002), Tabellen 3.11 und A6, wird für die Haltung mit Einstreu ein mittlerer Wert von 0,138 kg kg⁻¹ NH₃-N bezogen auf die N-Ausscheidung angesetzt.

Storage

The derivation of the NH₃ factor is described in Chapter 4.9.7.1.3, the data can be found in Table 4.95. The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 4.96.

Lagerung

Zur Ableitung des NH₃-Faktors siehe Kapitel 4.9.7.1.3, zu den Werten die Tabellen 4.95. Für N₂O, NO und N₂ werden die in Tabelle 4.96 aufgeführten Daten verwendet.

Spreading

A factor of 0.45 kg kg⁻¹ related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 4.97).

Ausbringung

0,45 kg kg⁻¹ NH₃-N in Bezug auf vorhandenes UAN (vgl. Tabelle 4.97, Einarbeitung innerhalb 24 h).

9.5.8.3 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 4.96.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Tabelle 4.96 aufgeführten Daten verwendet.

9.5.8.4 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Fak-

100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

tor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

9.5.9 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

9.5.10 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 9.22: Pullets, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.21	
		NM VOC	EM1005.52	
		NH ₃	EM1009.23	
		N ₂ O	EM1009.99	EM1009.101
		NO	EM1009.151	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.28	AC1005.29
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.21	
		NM VOC	IEF1005.47	
		NH ₃	IEF1009.20	
		N ₂ O	IEF1009.47	
		NO	IEF1009.74	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.30	AI1005POU.41

10 Other poultry / Übriges Geflügel

10.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

Poultry is neither for CH₄ nor for NMVOC a key source. However, as poultry is a key source for NH₃, a detailed description of the mass flows of N and VS is desirable.

It is good practice to subdivide an animal category into subcategories that are homogeneous with respect to their keeping, their feeding and their excretions.

This inventory treats chickens and the other poultry separately. Table 10.1 gives characteristic data for poultry other than chickens.

Geflügel insgesamt stellt weder für CH₄ noch für NMVOC eine Hauptquellgruppe dar. Da aber Geflügel für NH₃ eine Hauptquellgruppe ist, ist eine detaillierte Beschreibung der N führenden und damit auch der VS-führenden Stoffströme wünschenswert.

Es ist gute Praxis, Tierkategorien in Unterkategorien zu untergliedern, deren Haltung, Fütterung und Ausscheidungen homogen sind.

Dieses Inventar behandelt Hühner und anderes Geflügel getrennt. Table 10.1 enthält charakteristische Eigenschaften des Geflügels außer Hühnern.

Table 10.1: Other poultry, categorisation and characterisation

Animal categories according to German census			Animal categories used in this inventory		
type			type	category	weight 1 weight 2
AD	Gänse	geese	ge	geese	
AE	Enten	ducks	du	Barbary ducks Peking ducks	
AF	Truthühner	turkeys	tu	turkeys, males turkeys, females	

10.2 Emission factors used for all poultry subcategories except chickens / Für alles Geflügel außer Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren

10.2.1 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The emissions are based on ammonia emissions. All poultry are treated with the same emission factors (Table 9.2). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet. Für Geflügel werden einheitlich die in Table 9.2 aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt. Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

10.2.2 Partial emission factors “storage” for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

Partial emission factors “storage” and “spreading” for the N species to be considered are listed in Table 10.2 and Table 10.3. They are valid for all subcategories of poultry.

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“ und „Ausbringung“ für die betrachteten N-Spezies und alle Geflügel-Unterkategorien sind in Table 10.2 und Table 10.3 angegeben.

Table 10.2: Other poultry, partial emission factors for ammonia losses from storage of poultry excreta (related to UAN entering storage)

laying hens	solid storage	0.081	kg kg ⁻¹ N
broilers		0.075	kg kg ⁻¹ N
all other poultry		0.065	kg kg ⁻¹ N

Source: IPCC(2006)-10.63; Jarvis and Pain (1994)

Table 10.3: Other poultry, partial emission factors for ammonia losses from application of dry poultry manure (related to TAN)

		reduction of losses compared to reference (%)	mean losses in % of TAN
broad cast	without incorporation	Reference	90
broad cast	incorporation within 1 h	100	0
broad cast	incorporation within 4 h	80	18
broad cast	incorporation within 6 h	61	35
broad cast	incorporation within 12 h	56	40
broad cast	incorporation within 24 h	50	45
broad cast	incorporation within 48 h	0	90

Source: Döhler et al. (2002), S. 78, completed

10.3 Geese / Gänse

In Germany, the production of geese is of minor importance only. Data are sparse.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 10.4.

Gänse-Haltung ist in Deutschland von untergeordneter Bedeutung. Die Verfügbarkeit von Daten ist eingeschränkt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 10.4 zusammengestellten Verfahren.

Table 10.4: Geese, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space activities	Resolution in time EF	Resolution in time EF
CH ₄	enteric fermentation					
CH ₄	manure management	1	IPCC	district	national	1 a
NMVO	manure management					
NH ₃	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	1	IPCC	district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

10.3.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are available for all census years. The data are given in StatLA C III 1 –vj 4.

Tierzahlen liegen für alle Jahre mit Tierzählungen vor. Die Daten sind in StatLA C III 1 – vj 4 angegeben.

Uncertainty of activity data

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

The overall uncertainty is assumed to be < 10 %, distributed normal.

Die Unsicherheit der Tierzahlen wird auf < 10 % (normal verteilt) geschätzt.

From 2005 onwards, the animal numbers are available in hundreds only. This does not lead to any significant changes of the uncertainty.

Ab 2005 werden die Tierzahlen nur noch mit einer Auflösung von hundert Stück angegeben. Dies hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Unsicherheit.

10.3.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

10.3.2.1 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, 2005, 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, 2005, S. 719).

10.3.3 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

10.3.4 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

Poultry manure is stored as solid.

The calculation of CH₄ emissions is based on the method and data given as default in IPCC(2006)-10.37. The resulting equation is:

Geflügelkot wird trocken gelagert.

Das Default-Verfahren nach IPCC(2006)-10.37 wird angewendet. Das zur Berechnung der Methan-Emissionen angewendete Verfahren lautet:

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} = EF_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} \cdot n_{\text{ge}} \quad (10.1)$$

where

$$\begin{aligned} E_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} & \text{ CH}_4 \text{ emission from manure management of geese (in kg a}^{-1} \text{ CH}_4\text{)} \\ EF_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} & = EF_{\text{CH}_4, \text{MM, po}} = 0.078 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4 \\ n_{\text{ge}} & \text{ number of geese places (census data) (in pl)} \end{aligned}$$

VS excretions cannot be calculated. No default value is available, cf. IPCC (2006), Table 10A-9.

VS-Ausscheidungen können nicht berechnet werden. Ein Defaultwert existiert ebenfalls nicht, vgl. IPCC(2006), Table 10A-9.

Uncertainty of the emission factor

In accordance with IPCC(2006)-10.48 an uncertainty of 30 % and a normal distribution are assumed.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Nach IPCC(2006)-10.40 beträgt die Unsicherheit 30 %. Normalverteilung wird angenommen.

10.3.5 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For geese, NMVOC emissions are not calculated, as no method has been described yet.

NMVOC-Emissionen für Gänse werden nicht berücksichtigt. Ein Rechenverfahren wurde nicht vorgeschlagen.

10.3.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

10.3.6.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

According to DLG (2005), pg. 53, geese excretions are as follows:

$$550 \text{ g a}^{-1} = 550 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$$

Nach DLG (2005), S. 53, sind folgende N-Ausscheidungen für Gänse realistisch:

$$550 \text{ g a}^{-1} = 550 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$$

10.3.6.2 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

Housing

default value "poultry" (0.055 kg kg⁻¹ related to N_{tot} excreted) (EMEP (2006)-B1090, Table 5E).

Haltung

0,055 kg kg⁻¹ bezogen auf ausgeschiedenes N_{tot}, default-Wert „Geflügel“ (EMEP (2006)-B1090, Table 5E).

Storage

A share of 0,05 kg kg⁻¹ N related to TAN is assumed to be emitted from storage.

Lagerung

Zusätzlich werden 0,05 kg kg⁻¹ N bezogen auf TAN als NH₃-N emittiert.

Spreading

A factor of 0.45 kg kg⁻¹ related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.2).

Ausbringung

0,45 kg kg⁻¹ NH₃-N in Bezug auf vorhandenes UAN (vgl. Table 9.2, Einarbeitung innerhalb 24 h).

10.3.6.3 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.10.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.10 aufgeführten Daten verwendet.

10.3.6.4 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, 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 NO and N₂.

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

10.3.7 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

10.3.8 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 10.5: Geese, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.22	
		NM VOC	EM1005.53	
		NH ₃	EM1009.24	
		N ₂ O	EM1009.102	EM1009.104
		NO	EM1009.152	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.31	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.22	
		NM VOC	IEF1005.48	
		NH ₃	IEF1009.21	
		N ₂ O	IEF1009.48	
		NO	IEF1009.75	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.42	AI1005CAT.50

10.4 Ducks / Enten

Duck production has been increasing in Germany which justifies a description which is more detailed than a Tier 1 approach.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 10.6.

Die Produktion von Enten nimmt in Deutschland erheblich zu. Dies rechtfertigt eine Behandlung, die über ein Stufe-1-Verfahren hinaus geht.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 10.6 zusammengestellten Verfahren.

Table 10.6: Ducks, calculation procedures applied to ducks

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC	district	national	1 a
CH ₄	manure management					
NM VOC	manure management	2	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management					
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC	district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

10.4.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are available for all census years. The data are given in StatLA C III 1 –vj 4.

Tierzahlen liegen für alle Jahre mit Tierzählungen vor. Die Daten sind in StatLA C III 1 –vj 4 angegeben.

Uncertainty of activity data

The overall uncertainty is assumed to be < 10 %, distributed normal.

From 2005 onwards, the animal numbers are available in hundreds only. This does not lead to any significant changes of the uncertainty.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen wird auf < 10 % (normal verteilt) geschätzt.

Ab 2005 werden die Tierzahlen nur noch mit einer Auflösung von hundert Stück angegeben. Dies hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Unsicherheit.

10.4.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

10.4.2.1 Animal weights / Tiergewichte

In Germany, nearly only Peking ducks are produced (expert judgement Höppner). Their average final weight is 3.4 kg animal⁻¹. The mean weight gains per place and year are 22.1 kg for Peking ducks. The number of animal rounds per year is 6.5 cy (DLG 2005, pg. 52). The numbers provided in DLG (2005), pg. 52, refer to Peking ducks only.

Die in Deutschland produzierten Enten sind praktisch nur Pekingenten (Mitteilung Höppner). Das mittlere Endgewicht beträgt 3,4 kg. Der Zuwachs pro Platz und Jahr beträgt im Mittel 22,1 kg,. Die Zahl der Durchgänge pro Jahr beträgt 6,5 cy (DLG 2005, S. 52). Die Originalzahlen in DLG (2005), S. 52, beziehen sich nur auf Mastentenplätze.

10.4.3 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated yet, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

10.4.4 Energy requirements /Energiebedarf

10.4.4.1 Gross energy / Bruttoenergie

Gross energy requirements are deduced from requirements of metabolisable energy using the metabolisability of feed:

Der Gesamtenergie-Bedarf berechnet sich aus dem Bedarf an metabolisierbarer Energie und der mittleren Umsetzbarkeit wie folgt:

$$GE_{du} = \frac{ME_{du}}{X_{ME, du}} \quad (10.2)$$

where

GE_{du}	gross energy intake of ducks (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{du}	intake of metabolisable energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{ME, du}$	metabolisability ($X_{ME, du} = 0.712$ MJ MJ ⁻¹ , see above)

The ME content of duck feed is unknown. The data for pullet feed were used instead (see Chapter 9.4.6.1).

Der ME-Gehalt des Enten-Futters ist unbekannt. Es wurde der Wert für Junghennen verwendet (vgl. Kapitel 9.4.6.1).

10.4.4.2 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

The daily requirements for metabolisable energy of ducks is obtained from

Für den täglichen Bedarf an umsetzbarer Energie gilt für Enten:

$$ME_{du} = \frac{\Delta w_{du} \cdot X_{feed} \cdot X_{ME, feed, du}}{\tau_{round}} \quad (10.3)$$

where

ME_{du}	intake of metabolisable energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
Δw_{du}	weight gain during lifespan ($\Delta w_{du} = 2,945$ kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)
X_{feed}	feed conversion rate of ducks ($X_{feed} = 2.22$ kg kg ⁻¹)
$X_{ME, du}$	metabolisability ($X_{ME, du} = X_{ME, pu} = 0.712$ MJ MJ ⁻¹ , see below)
τ_{round}	duration of animal round ($\tau_{round} = 49$ d ro ⁻¹)

The weight gain is obtained from the weight of ducklings (=0.055 kg an⁻¹) and the weight of the ducks before slaughtering (3.0 kg an⁻¹) (expert judgement Brehme).

The feed conversion factor was obtained from data provided by Tüller (1999), pg. 131.

The duration of the overall production cycle was obtained from Tüller (1999), pg. 131.

Die Gewichtszunahme berechnet sich aus dem Gewicht des Kükens (0,055 kg an⁻¹) und dem Gewicht vor Schlachtung (3,0 kg an⁻¹) (Expertenurteil Brehme).

Die Futterverwertung wurde nach Tüller (1999), S. 131 berechnet.

Die Länge der gesamten Mastperiode (49 d ro⁻¹) wurde Tüller (1999), S. 131, entnommen.

10.4.5 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

Poultry manure is stored as solid.

The calculation of CH₄ emissions is based on the method and data given as default in IPCC(2006)-10.37. The resulting equation is:

Geflügelkot wird trocken gelagert.

Das Default-Verfahren nach IPCC(2006)-10.37 wird angewendet. Das zur Berechnung der Methan-Emissionen angewendete Verfahren lautet:

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{du}} = EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{du}} \cdot n_{\text{du}} \quad (10.4)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{du}}$ CH₄ emission from manure management of ducks (in kg a⁻¹ CH₄)
 $EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{du}}$ emission factor for CH₄ from manure management of ducks (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 n_{du} number of duck places (census data) (in pl)

and

$$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{du}} = VS_{\text{du}} \cdot \alpha \cdot B_{\text{o}, \text{du}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{du}} \quad (10.5)$$

with

$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{du}}$ emission factor for CH₄ from manure management of ducks (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 VS_{du} volatile solid excretion of ducks (in kg an⁻¹ d⁻¹)
 α time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 $B_{\text{o}, \text{du}}$ maximum methane producing capacity for ducks ($B_{\text{o}, \text{du}} = 0.32 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)
 ρ_{CH_4} density of methane ($\rho_{\text{CH}_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
 MCF_{du} methane conversion factor for ducks, cold region ($MCF_{\text{du}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1}$)

and

$$VS_{\text{du}} = GE_{\text{du}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{E}, \text{du}}} \cdot (1 - X_{\text{DE}, \text{du}}) \cdot (1 - x_{\text{ash}, \text{du}}) \quad (10.6)$$

where

VS_{du} volatile solid excretion of ducks (in kg an⁻¹ d⁻¹)
 GE_{du} gross energy intake of ducks (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 $\eta_{\text{E}, \text{du}}$ energy content of dry matter (in MJ kg⁻¹, see Table 4.58)
 $X_{\text{DE}, \text{du}}$ digestibility of feed ($X_{\text{DE}, \text{pu}} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
 $x_{\text{ash}, \text{du}}$ ash content of the manure ($x_{\text{ash}, \text{du}} = 0.030 \text{ kg kg}^{-1}$)

The VS excretions calculated for ducks of 7.54 kg pl⁻¹ a⁻¹ are similar to those proposed by IPCC(2006)-10.82 of 7.3 kg pl⁻¹ a⁻¹ VS.

Maximum methane producing capacities B_0 and methane conversion factors MCF were taken from IPCC(2006), as shown in Table 10.7.

The ash content in manure was taken to 0.030 kg kg⁻¹, according to Henning and Poppe (1975), pg. 32.

Die berechneten VS-Ausscheidungen von Enten (7,54 kg pl⁻¹ a⁻¹) sind den default-Werten in IPCC(2006)-10.82 von 7,3 kg pl⁻¹ a⁻¹ VS vergleichbar.

Methan-Freisetzungskapazitäten B_0 und Methan-Umwandlungsfaktoren MCF wurden von IPCC(2006) wie in Table 10.7 übernommen.

Der Asche-Gehalt der Ausscheidungen wurde Henning und Poppe (1975), S. 32, entnommen.

Table 10.7: Ducks, maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors MCF as used for ducks in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)

B_0	0.36	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
MCF solid storage	0.01	kg kg ⁻¹ C

Uncertainty of the emission factors

In accordance with IPCC(2006)-10.48 an uncertainty of 30 % and a normal distribution are assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Nach IPCC(2006)-10.40 beträgt die Unsicherheit 30 %. Normalverteilung wird angenommen.

10.4.6 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For ducks, NMVOC emissions are not calculated, as no method has been described yet.

NMVOC-Emissionen für Enten werden nicht berücksichtigt. Ein Rechenverfahren wurde nicht vorgeschlagen.

10.4.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

10.4.7.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

DLG (2005), pg. 52, wrongly relates duck excretions of 1.482 kg pl⁻¹ a⁻¹ to the final fattening phase, disregarding the fact that a breeding phase of the same duration has to be considered as well. Both phases are equally long. In this inventory an N excretion rate of 0.741 kg pl⁻¹ a⁻¹ is used.

DLG (2005), S. 52 gibt fälschlich 1,482 kg pl⁻¹ a⁻¹ an. Dieser Wert bezieht sich nur auf Mastentenplätze und berücksichtigt die Aufzuchtplätze nicht. Da Mastdauer und Aufzuchtdauer gleich lang sind, wird in diesem Inventar dieser Wert der N-Ausscheidung auf 0,741 kg pl⁻¹ a⁻¹ halbiert.

10.4.7.2 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

Housing

Döhler et al. (2002), pg. 60, report an emission of 0.12 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃ for ducks. If this is related to an N excretion of 0.74 kg pl⁻¹ a⁻¹, an emission factor of 0.16 kg kg⁻¹ (related to N_{tot} excreted) can be deduced.

Haltung

Döhler et al. (2002), S. 60, geben eine Emission von 0,12 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃-N an. Bezieht man dies auf eine N-Ausscheidung von 0,74 kg pl⁻¹ a⁻¹, so ergibt sich ein Emissionsfaktor von 0,16 kg kg⁻¹, bezogen auf ausgeschiedenes N_{tot}.

Storage

The derivation of the NH₃ factor is described in Chapter 9.3.8.2, the data can be found in Table 9.10.

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.5.

Lagerung

Zur Ableitung des NH₃-Faktors siehe Kapitel 9.3.8.2, zu den Werten die Table 9.10.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

Spreading

A factor of 0.45 kg kg⁻¹ related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.3).

Ausbringung

0,45 kg kg⁻¹ NH₃-N in Bezug auf vorhandenes UAN (vgl. Table 9.3, Einarbeitung innerhalb 24 h).

10.4.7.3 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.10.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.10 aufgeführten Daten verwendet.

10.4.7.4 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, 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 NO and N₂.

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

10.4.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.6.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

10.4.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 10.8: Ducks, related tables in the Tables volume

		from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO	EM1005.23 EM1005.54 EM1009.25 EM1009.105 EM1009.153
			EM1009.107
Activity data	Aktivitäten	AC1005.32	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO	IEF1005.23 IEF1005.49 IEF1009.22 IEF1009.49 IEF1009.76
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005POU.52	AI1005POU.51

10.5 Turkeys / Puten

Turkey production has been increasing in Germany which justifies a detailed description.

The dimorphism of the sexes makes it necessary to deal with cocks and hens separately.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 10.9.

Die Produktion von Puten nimmt in Deutschland erheblich zu. Dies rechtfertigt eine ausführliche Behandlung.

Wegen des ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus werden Hähne und Hennen getrennt behandelt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 10.9 angegebenen Verfahren.

Table 10.9: Turkeys, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation					
CH ₄	Manure management	2	IPCC / national	district	national	1 a
NMVO	Manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	Manure management	2	EMEP / national	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	Manure management	2	IPCC / national	district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

10.5.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are available for all census years. However, German statistics do not differentiate between male and female turkeys. The data given in StatLA C III 1 –vj 4 are disaggregated using the fraction of males as in the following relations:

$$n_{tu} = n_{tm} + n_{tf} \quad (10.7)$$

$$n_{tm} = n_{tu} \cdot x_{tm} \quad (10.8)$$

$$n_{tf} = n_{tu} \cdot (1 - x_{tm}) \quad (10.9)$$

where

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 obtained from Damme (2001, 2002, 2003, 2005, 2006). Data are listed in Table 10.10.

If x_{tm} is not given, it can be deduced in principle from the gender ratio of chicks hatched (which is close to 50 to 50 %) and the differing duration of the fattening periods of male and female turkeys. If cocks and hens are fattened separately as described above the share of cock places counted is about 51 %. If hens and cocks are fattened synchronously, the hen house is empty for several weeks. In this case the share

Tierzahlen liegen für alle Jahre mit Tierzählungen vor. Die deutsche Statistik unterscheidet nicht zwischen weiblichen und männlichen Tieren. Die in StatLA C III 1 –vj 4 angegebenen Zahlen werden unter Verwendung des Anteils der männlichen Tiere wie folgt aufgeschlüsselt:

Der Anteil der männlichen Puten x_{tm} wird Damme (2001, 2002, 2003, 2005, 2006) entnommen. Diese Daten sind in Table 10.10 zusammengestellt.

Wenn x_{tm} nicht angegeben wird, ergibt es sich im Prinzip aus dem Umstand, dass das Geschlechterverhältnis beim Schlüpfen 50 zu 50 ist, und der unterschiedlichen Mastdauer der Hähne und Hennen. Werden Hähne und Hennen wie oben beschrieben unabhängig voneinander gemästet, so beträgt der Anteil der gezählten Hähne 51 %, steht der Hennenstall bei synchroner Mast bis zur Neubesetzung mit Jungtieren

of cock places counted accounts to 55 %. The data reported deviate from the theoretical shares.

Data gap closure

Missing animal numbers are replaced by data reported for the previous year. For Brandenburg, the data gap including numbers for the period from 1991 to 1995 was closed by inserting animal numbers obtained from a linear regression based on numbers for 1990 and 1996.

No gender ratios were reported for the years prior to 2000. Here, the mean ratio derived from reported data after 1999 (see Table 10.10) were used instead.

Uncertainty of activity data

The data for laying hens are taken over by analogy. An uncertainty of 10 % is assumed to be appropriate.

leer, so beträgt der Anteil der gezählten Hähne etwa 55 %. Die berichteten Zahlen weichen von den so berechneten Anteilen ab.

Schließen von Datenlücken

Bei den Tierzahlen werden die fehlenden Werte jeweils durch die Werte für das Vorjahr ersetzt. Für Brandenburg waren keine Daten für die Jahre 1991 bis 1995 (einschließlich) vorhanden. Die Tierzahlen wurden durch linear interpolierte Werte ersetzt.

Für die Jahre vor 2000 werden keine Werte für das Geschlechterverhältnis berichtet. Verwendet wird hier der Mittelwert der Jahre mit Berichten nach 1999 (vgl. Table 10.10).

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Angaben für Legehennen werden sinn gemäß übernommen. Eine Unsicherheit von 10 % wird für angemessen gehalten.

10.5.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

10.5.2.1 Animal weights / Tiergewichte

In Germany, the predominant genotype is B.U.T Big 6. Males have a typical slaughter weight of 18 to 21.5 kg an⁻¹, typical production time is 19 to 23 weeks, equivalent to about 2.2 animal rounds per year. Females are slaughtered with a weight of 8.5 to 10.5 kg after 14 to 17 weeks of raising, which results in about 2.8 rounds per year (KTBL, 2006, pg. 604 ff; Feldhaus and Sieverding, 2007, pg. 31 ff).

A 19 week period is frequent in Germany: chicks and hens are raised in the same animal house. After a breeding time of 5 weeks, the cocks are separated and transferred into other houses. The remaining hens are fattened for another 12 weeks. The cocks are fattened for 17 weeks. In both cases, a cleansing and disinfection period of 2 weeks per round is needed. KTBL (2006), pg. 622, gives an informative overview.

The significant difference between the final live weights and the characteristics of the respective fattening process (see

Figure 10.1), 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. Hähne haben ein typisches Schlachtgewicht von 18 bis 21,5 kg an⁻¹ bei einer Mastdauer von 19 bis 23 Wochen (ca. 2,2 Durchgängen pro Jahr). Hennen werden mit 8,5 bis 10,5 kg an⁻¹ geschlachtet. Ihre Mastdauer beträgt 14 bis 17 Wochen (ca. 2,8 Durchgänge pro Jahr). (KTBL 2006, S. 604 ff; Feldhaus und Sieverding, 2007, S. 31 ff).

In Deutschland ist der 19-Wochen-Rhythmus vorherrschend: Küken und Hennen leben in einem Stall mit einer Aufzuchtdauer von 5 Wochen und einer Mastdauer von 12 Wochen. Für Reinigung und Desinfektion werden 2 weitere Wochen benötigt. Die Hähne werden nach der Kükenaufzucht in zwei gleichgroßen weiteren Ställen 17 Wochen gemästet. Auch hier schließt sich eine 2-wöchige Reinigung und Desinfektion an. Eine Übersicht findet sich z.B. in KTBL (2006), S. 622.

Wegen der erheblichen Unterschiede in Mastziel und Mastverlauf (

Figure 10.1) werden Hähne und Hennen getrennt behandelt. Das Rechenverfahren selbst ist für beide Unterkategorien gleich.

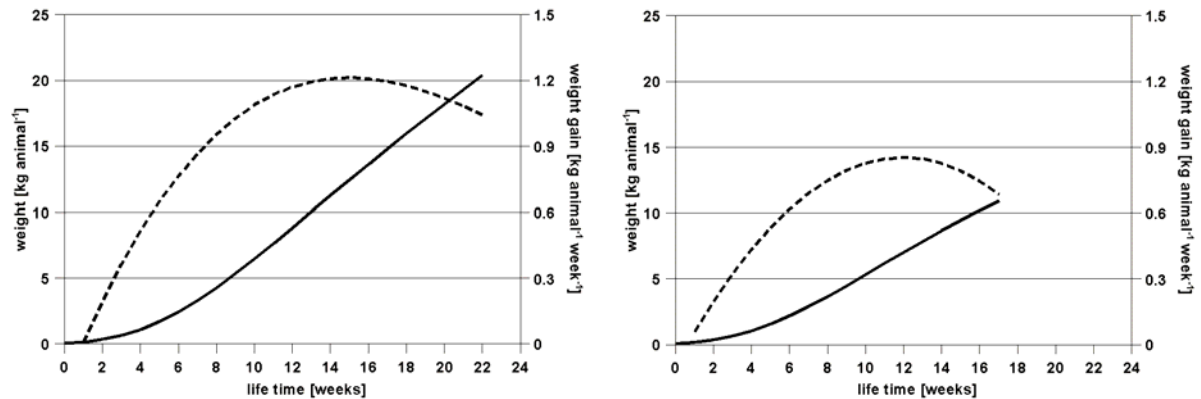


Figure 10.1: Turkeys, typical animal weight and weight gain developments
Left: males, right: females (according to data given in DLG, 2005, pg. 51); solid lines: weights;
dotted lines: weight gains.

The final animal weights published are based on data provided by Moorgut Kartzfehn (expert judgement Meyer).

Weight gains are published by Petersen (1993) and Damme (2000, 2002, 2004, 2005, 2006).

Feed intake data can be found in Tüller (1990) and Damme (2000).

Feed conversion data originate from Petersen (1993) and Damme (2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006).

Die veröffentlichten Tierendgewichte basieren auf Angaben des Moorguts Kartzfehn (Expertenurteil Meyer) bereitgestellt.

Gewichtszuwächse wurden Petersen (1993) und Damme (2000, 2002, 2004, 2005, 2006) entnommen.

Über den Futterverbrauch informierten Tüller (1990) und Damme (2000).

Daten zur Futterverwertung entstammen Petersen (1993) und Damme (2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006).

10.5.2.2 Feed intake / Futteraufnahme

The feed taken in can be obtained from expert judgements (see Table 10.10, Tüller 1990, 1992; Damme 2000) or from the final weight and the mean feed conversion provided.

Die aufgenommene Futtermenge wird Expertenschätzungen entnommen (vgl. Table 10.10, Tüller 1990, 1992; Damme 2000) bzw. aus dem Endgewicht und der Futterverwertung berechnet.

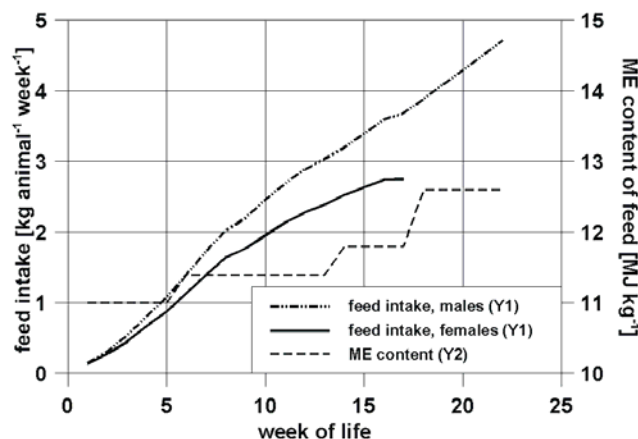


Figure 10.2: Turkeys, weekly feed intake and ME content of a representative feed
(intake by males: dotted line; intake by females:solid line)
(after DLG, 2005, pp 51, KTBL, 2004, pp 524)

Table 10.10: Turkeys, primary data available

Symbols and units:

x_{tm} share of males (in pl pl⁻¹); $w_{fin, tm}$ final weight of male turkeys (in kg pl⁻¹ ro⁻¹); Δw_{tm} mean weight gain of male turkeys (in g an⁻¹ d⁻¹); $m_{feed, tm}$ feed intake of male turkeys (in kg pl⁻¹ a⁻¹); $X_{FC, tm}$ feed conversion rate of male turkeys (in kg kg⁻¹); $w_{fin, tf}$ final weight of female turkeys (in kg pl⁻¹ ro⁻¹); Δw_{tf} mean weight gain of female turkeys (in g an⁻¹ d⁻¹); $m_{feed, tf}$ feed intake of female turkeys (in kg pl⁻¹ a⁻¹); $X_{FC, tf}$ feed conversion rate of male turkeys (in kg kg⁻¹).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
x_{tm}											50.10	55.60		58.16	57.13	60.70	57.00	
$w_{fin, tm}$	17.79			19.45				20.10		20.72				20.58			21.61	
Δw_{tm}	116			126				131		135				140			147	
$m_{feed, tm}$	54.6			53.9				55.5		56.6				55.8			58.6	
$X_{FC, tm}$				2.827						2.77	2.66	2.68		2.65	2.70	2.70	2.73	
$w_{fin, tf}$	8.76			9.56				9.70		9.88				10.00			10.50	
Δw_{tf}	78.2			85.4				86.6		88.2				92.2			96.8	
$m_{feed, tf}$	24.1			23.9				24.3		24.6				27.0			28.4	
$X_{FC, tf}$				2.827						2.77	2.66	2.68		2.65	2.70	2.70	2.73	

Sources: see text

Data gap closure

Missing final weights, feed intake and feed conversion data can be replaced according to the following relation:

Missing data are replaced by data from the previous year.

$$w_{fin} = \frac{m_{feed}}{X_{FC}} \quad (10.10)$$

where

w_{fin}	final animal weight (in kg an ⁻¹)
m_{feed}	feed intake (in kg pl ⁻¹ ro ⁻¹ = kg an ⁻¹)
X_{FC}	feed conversion rate (in kg kg ⁻¹)

Turkey production in Germany is quasi industrial and works under uniform conditions. Hence, a regional differentiation with respect to housing and feeding is not necessary.

Schließen von Datenlücken

Endgewicht, Futterverbrauch und Futterverwertung konnten teilweise ineinander umgerechnet werden:

Bei fehlenden Daten wurden Vorjahresdaten verwendet.

Die quasi-industrielle Putenmast verläuft in Deutschland unter einheitlichen Bedingungen. Eine regionale Differenzierung der Haltung und Ernährung der Tiere ist nicht notwendig.

10.5.3 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated yet, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionsn aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

10.5.4 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

IPCC(2006)-10.30 suggests a Tier-2 methodology as follows:

Nach IPCC(2006)-10.30 werden die Emissionen sinngemäß wie folgt berechnet:

$$E_{CH4, tu} = EF_{CH4, tf} \cdot n_{tf} + EF_{CH4, tm} \cdot n_{tm} \quad (10.11)$$

with

$EF_{CH_4, tu}$	CH ₄ emission factor for turkeys (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
$EF_{CH_4, tf}$	CH ₄ emission factor for female turkeys (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
n_{tf}	number of animal places of female turkeys (in pl)
$EF_{CH_4, tm}$	CH ₄ emission factor for male turkeys (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
n_{tm}	number of animal places of male turkeys (in pl)

with

$$EF_{CH_4, tf} = VS_{tf} \cdot \alpha \cdot B_{o, tu} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{po} \quad (10.12)$$

where

$EF_{CH_4, tf}$	CH ₄ emission factor for female turkeys (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
VS_{tf}	volatile solid excretion of female turkeys (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$B_{o, tu}$	maximum methane producing capacity for turkeys ($B_{o, tu} = 0.36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)
ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
MCF_{po}	methane conversion factor for dry poultry manure with litter ($MCF_{po} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1}$)

with

$$VS_{tf} = m_{feed, tf} \cdot x_{DM, tf} \cdot (1 - X_{DE, tf}) \cdot (1 - x_{ash, tu}) \quad (10.13)$$

where

VS_{tf}	volatile solid excretion of female turkeys (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)
$m_{feed, tf}$	feed intake of female turkeys (in kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)
$x_{DM, tf}$	dry matter content of turkey feed (female turkeys) ($x_{DM, tf} = 0.88 \text{ kg kg}^{-1}$)
$X_{DE, tf}$	digestibility of turkey feed (female turkeys) ($X_{DE, tf} = 0.67 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
$x_{ash, tu}$	ash content of turkey manure (female turkeys) ($x_{ash, tu} = 0.15 \text{ kg kg}^{-1}$)

The equations are also used to describe male turkeys. Apart from the feed intake, all parameters are the same as for female turkeys, as they receive the same feed.

Diese Gleichungen werden auf männliche Puten sinngemäß angewandt. Abgesehen von der Futtermenge sind alle Parameter gleich, da dasselbe Futter an beide Geschlechter verfüttert wird.

10.5.4.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidung

VS excretions are calculated from the feed intake (see above) and the energy content of the feed. The latter is listed in Table 10.11.

The feed taken in can be obtained from expert judgements (see Table 10.10, Tüller 1990, 1992; Damme 2000) or from the final weight and the mean feed conversion provided.

According to Seskeviciene et al. (2005), the gross energy content $\eta_{GE, tf}$ is assumed to be 1723 MJ kg^{-1} . The dry matter content is 0.88 kg kg^{-1} (expert judgement Meyer).

Temporarily, the digestibility $X_{DE, tf}$ is 0.67 MJ MJ^{-1} (Seskeviciene et al., 2005). Furthermore it is assumed that this fraction is similar to the fraction of the respective masses.

According to LfL (2004d), the metabolisability, $X_{ME, tf}$, is approximately 0.72 MJ MJ^{-1} . Seske-

Die Menge der VS-Ausscheidungen werden aus dem Futterverbrauch (s.o.) und dem Energiegehalt des Futters berechnet. Letzterer ist in Table 10.11 angegeben.

Die aufgenommene Futtermenge wird Expertenschätzungen entnommen (vgl. Table 10.10, Tüller 1990, 1992; Damme 2000) bzw. aus dem Endgewicht und der Futterverwertung berechnet.

Der Bruttoenergie-Gehalt $\eta_{GE, tf}$ wird nach Seskeviciene et al. (2005) zu $17,3 \text{ MJ kg}^{-1}$ angenommen. Der Trockenmassegehalt am Futter liegt bei $0,88 \text{ kg kg}^{-1}$ (Expertenurteil Meyer).

Für die Verdaulichkeit $X_{DE, tf}$ wird der Wert von $0,67 \text{ MJ MJ}^{-1}$ verwendet (Seskeviciene et al., 2005). Es wird angenommen, dass dieser Bruch ungefähr dem Bruch der Massen entspricht.

Die Umsetzbarkeit des Futters, $X_{ME, tf}$, liegt nach LfL (2004d) bei $0,72 \text{ MJ MJ}^{-1}$, nach Seske-

viciene et al. (2005) report 0.69 MJ MJ^{-1} . For reasons of consistency, the latter value is used in this inventory.

The ash content of turkey excreta is described by Henning and Poppe (1975), pg. 32. We use the value of 0.15 kg kg^{-1} cited therein.

Uncertainty of emission factors

According to IPCC(2006)-10.48 an uncertainty of 30 % should be assumed. The distribution is likely to be normal.

viciene et al. (2005) bei $0,69 \text{ MJ MJ}^{-1}$. Aus Gründen der Konsistenz wird der letztgenannte Wert verwendet.

Der Aschegehalt von Puten-Exkrementen liegt nach Henning und Poppe (1975), S. 32, bei $0,15 \text{ kg kg}^{-1}$.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schlagen eine Unsicherheit von 30 % vor. Die Verteilung ist wahrscheinlich normal.

Table 10.11: Turkeys, diets used in turkey production, related energy contents (η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to dry matter DM), and nitrogen contents (x_N)

Feed type	Lifetime period (weeks)	η_{GE} in MJ kg^{-1}	η_{DE} in MJ kg^{-1}	η_{ME} in MJ kg^{-1}	x_N in kg kg^{-1}
turkeys A ^{6,e}	1 to 2	15.3		11.0	0.0456 to 0.0472
turkeys B ^{6,e}	3 to 5	15.3		11.0	0.0416 to 0.0440
turkeys C ^{6,e}	6 to 9	15.8		11.4	0.0368 to 0.0392
turkeys D ^{6,e}	10 to 13	15.8		11.4	0.0336 to 0.0360
turkeys E ^{6,e}	14 to 17	16.4		11.8	0.0288 to 0.0312
turkeys F ^{6,e} (males only)	18 to 22	17.5		12.6	0.0224 to 0.0248

^e GE estimated from ME content with assumed metabolisability $X_{ME} = 0.72 \text{ MJ MJ}^{-1}$ which is in line with X_{ME} for laying hens and pullets (feed 1A/1B). Intake weighted phase averages for females and males, respectively: η_{GE} : 16.00 MJ kg^{-1} and 16.57 MJ kg^{-1} , η_{ME} : 11.52 MJ kg^{-1} and 11.93 MJ kg^{-1} , x_N (minimum) $0.0208 \text{ kg kg}^{-1}$ and $0.0182 \text{ kg kg}^{-1}$, x_N (maximum) $0.0222 \text{ kg kg}^{-1}$ and $0.0196 \text{ kg kg}^{-1}$.

Data gap closure

The feed intake data provided in Table 10.10 are data recommended by British United Turkeys Ltd. (B.U.T). Such data are published whenever a new line is established. In general, they are not achieved by the turkey producers in the beginning. However, in the course of time, production data exceed the recommendations. Thus, the recommended data are considered as means for the whole period (expert judgement Meyer).

Schließen von Datenlücken

Die in Table 10.10 angegebenen Futtermengen sind weitgehend Empfehlungen der Firma British United Turkeys Ltd. (B.U.T). Sie werden jeweils am Beginn der Arbeit mit einer neuen Linie ausgegeben, erfahrungsgemäß aber von den Mästern anfänglich nicht erreicht. In der Endphase werden sie jedoch überschritten. Die angegebenen Werte werden daher als Mittelwerte für die gesamte Periode angesehen. (Experturteil Meyer)

10.5.4.2 Bedding material / Einstreu

In turkey production, deep litter systems using straw as bedding are used.

Independent of genders, about 4.5 kg a^{-1} cereal straw are used as bedding (Berk 2006, pg. 137; this is the lower limit given in KTBL, 2006, pg. 619). Relevant straw properties are listed in Table 10.12.

The use of wood chippings during the upbringing of chicks is not considered in this inventory.

Poultry manure is stored as solid.

In der Putenproduktion wird der Boden mit Stroh eingestreut.

Geschlechtsunabhängig werden etwa $4,5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ Getreidestroh angesetzt (Berk 2006, S. 137; entspricht der Untergrenze in KTBL, 2006, S. 619). Die Eigenschaften des Strohs gehen aus Table 10.12 hervor.

Die während der Aufzucht übliche Einstreu mit Hobelspänen bleibt unberücksichtigt.

Geflügelkot wird trocken gelagert.

Table 10.12: Turkeys, amounts of straw per place used in German turkey houses

Animal house type			
deep litter system		4.5	kg pl ⁻¹ a ⁻¹ straw
Straw properties	dry matter content of straw	0.86	kg kg ⁻¹
	N in dry matter	0.0050	kg kg ⁻¹ N
	of which TAN	50	%

Sources: Berk (2006); KTBL (2006), pg. 590 ff

10.5.4.3 Partial emission factors "storage" / Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“

The default values for poultry as listed in ((IPCC (2006)_10.47 and 10.82) (Tables 10-17 and 10A-9) are used: $B_{o, tu} = 0.36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und $MCF_{po} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1}$).

Verwendet werden die default-Werte für Geflügel nach ((IPCC (2006)_10.47 und 10.82) (Tabellen 10-17 und 10A-9): $B_{o, tu} = 0,36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und $MCF_{po} = 0,015 \text{ kg kg}^{-1}$).

Uncertainty of emission factors

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)_10.48 indicates a typical uncertainty of 20 %.

IPCC(2006)_10.48 gibt eine typische Unsicherheit der Emissionsfaktoren von 20 % an.

10.5.5 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For turkeys, NMVOC emissions are not calculated, as no method has been described yet.

NMVOC-Emissionen für Puten werden nicht berücksichtigt. Ein Rechenverfahren wurde nicht vorgeschlagen.

10.5.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

10.5.6.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

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 according to:

Die jährlichen N-Ausscheidungen pro Tierplatz werden aus den Futtermengen, den N-Gehalten des Futters, dem Endgewicht und dem N-Gehalt der Tiere wie folgt berechnet:

$$m_{\text{excr, tf}} = m_{\text{feed, tf}} - m_{\text{g, tf}} \quad (10.14)$$

where

$m_{\text{excr, tf}}$ amount of nitrogen excreted (female turkeys) (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 $m_{\text{feed, tf}}$ amount of 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

$$m_{\text{feed, tf}} = m_{\text{F, tf}} \cdot x_{\text{N}} \quad (10.15)$$

where

$m_{\text{F, tf}}$ amount of feed taken in, female turkeys (in kg pl⁻¹ a⁻¹)
 x_{N} mean nitrogen content of feed (in kg kg⁻¹ N)

$$m_{g,tf} = x_{N,ret,tu} \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta w_{round,tf}}{\tau_{round,tf}} \quad (10.16)$$

where

$x_{N,ret,tu}$	mean N content of turkeys ($x_{N,ret,tu} = 0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$\Delta w_{round,tf}$	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.7.3.2 (in $\text{kg a}^{-1} = \text{kg pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
$\tau_{round,tf}$	duration of production cycle (female turkeys) (in d ro^{-1})

For male turkeys these equations are applied analogously.

For feed requirements, some information is available. More can be deduced from the final live weight and the feed conversion.

The XP content of the feed is assumed to be constant with time and is calculated as a weighted mean using the data provided in Table 10.10.

The mean overall N content of the animal is taken to be $0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ (DLG, 2005, pg. 12).

Die Gleichungen gelten für männliche Puten sinngemäß.

Informationen über den Futterbedarf sind in geringem Umfang vorhanden, weitere werden aus dem Endgewicht und der Futterverwertung abgeleitet.

Der XP-Gehalt des Futters wird im Mittel als zeitlich konstant angesehen und als gewichtetes Mittel aus den Angaben in Table 10.10 errechnet.

Der mittlere N-Gehalt der Tierkörper wird nach DLG (2005), S. 12 mit $0,035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angesetzt.

10.5.6.2 Partial NH_3 emission factors / Partielle NH_3 -Emissionsfaktoren

Housing

An emission factor of $0.6 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ is given by Döhler et al. (2002), Table 3.11. Relating this emission factor to a mean N excretion of $1.64 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (Musterverwaltungsvorschrift, 1966), yields in an N excretion based emission factor of $0.37 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$.

Haltung

Ein Emissionsfaktor von $0,6 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ wird bei (Döhler et al., 2002, Tabelle 3.11) angegeben. Mit einer N-Ausscheidung von $1,64 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (Musterverwaltungsvorschrift, 1966) errechnet sich daraus ein auf die N-Ausscheidung bezogener Emissionsfaktor von $0,37 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$.

Storage

The derivation of the NH_3 factor is described in Chapter 9.3.8.2, the data can be found in Table 9.10.

The factors for N_2O , NO and N_2 are listed in Table 9.5.

Lagerung

Zur Ableitung des NH_3 -Faktors siehe Kapitel 9.3.8.2, zu den Werten die Table 9.10.

Für N_2O , NO und N_2 werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

Spreading

A factor of $0.45 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.3).

Ausbringung

Ein Faktor von $0,45 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$ in Bezug auf vorhandenes UAN (vgl. Table 9.3, Einarbeitung innerhalb 24 h) wird verwendet.

10.5.6.3 Partial emission factors for N_2O , NO and N_2 / Partielle NH_3 -Emissionsfaktoren für N_2O , NO und N_2

The factors for N_2O , NO and N_2 are listed in Table 9.10.

Für N_2O , NO und N_2 werden die in Table 9.10 aufgeführten Daten verwendet.

10.5.6.4 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH_3 emission factors with a normal distribution.

For N_2O , 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 NO and N_2 .

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH_3 -Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N_2O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N_2 angenommen.

10.5.7 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

For the assessment of particle emissions from turkey houses, data provided by Schneider and Büscher (2006) (measurements in a free ventilated house, 1 round in spring) are used to make a first estimate. They report an emission factor of $127 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ of total suspended matter (TSP). Hinz (2005) reports that the PM_{10} fraction of TSP in poultry houses is about 25 %. For poultry in general, about one eighth of PM_{10} is $\text{PM}_{2.5}$. Due to the lack of any other data, these figures are transferred to turkey houses. No distinction is made between male and female turkeys.

Measurements performed by Hinz (2005) during 1 round in summer resulted in 2 to $8 \text{ g LU}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Given a fraction of $0.0222 \text{ LU turkey}^{-1}$, this means an emission of about $0.78 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ TSP. The application of the ratios mentioned above would result in an emission of about $200 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ PM_{10} . Further measurements by Hinz (2008) during summer und winter in turkey houses with forced ventilation yielded emission rates of $125 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ PM_{10} . However, the predominant turkey house in Germany is a free ventilated house.

For the time being, the emission factors listed in Table 10.13 are used.

Für die Staub-Emissionen aus der Puten-Haltung wird auf Schneider und Büscher (2006) (Messung im frei gelüfteten Stall, 1 Durchgang, Frühjahr) zurückgegriffen, die einen Wert von $127 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ Gesamtstaub berichten. Aus den Messungen von Hinz (2005) wird gefolgert, dass der PM_{10} -Anteil hiervon 25 % beträgt. Beim übrigen Geflügel entfällt etwa ein Achtel des PM_{10} auf $\text{PM}_{2.5}$. Mangels anderer Daten wird dieser Anteil vorläufig auch für Puten verwendet. Die Emissionen für Putenhennen werden vorläufig als gleich groß angesehen.

Messungen von Hinz (2005) über 1 Durchgang im Sommer (zwangsbelüftet) ergaben 2 bis $8 \text{ g GV}^{-1} \text{ h}^{-1}$ an. Bei $0,0222 \text{ GV an}^{-1}$ entspricht das etwa $0,78 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ TSP. Unter Verwendung der oben genannten Anteile von etwa 25 % PM_{10} ergäben sich etwa $200 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ PM_{10} . Weitere Messungen von Hinz et al. (2008) im Sommer und im Winter (zwangsbelüftet) ergaben Emissionsraten von etwa $125 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ PM_{10} . Das Standard-Haltungssystem ist jedoch die Bodenhaltung im Offenstall.

Vorläufig verwendet werden deshalb die in Table 10.13 angegebenen Emissionsfaktoren für Mastputen.

Table 10.13: Turkeys, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10} $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$	Emission factor for $\text{PM}_{2.5}$ $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$
Turkeys	solid	0.032	0.0040

10.5.8 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

For reference to information provided in the Tables volume see Table 10.14.

Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden Table 10.14.

Table 10.14: Turkeys, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.24	EM1005.25
		NMVOC	EM1005.55	EM1005.56
		NH ₃	EM1009.26	EM1009.27
		N ₂ O	EM1009.108	EM1009.113
		NO	EM1009.154	EM1009.155
		PM ₁₀	EM1010.17	EM1010.18
		PM _{2.5}	EM1010.37	EM1010.38
Activity data	Aktivitäten		AC1005.33	AC1005.35
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.24	IEF1005.25
		NMVOC	IEF1005.50	IEF1005.51
		NH ₃	IEF1009.23	IEF1009.24
		N ₂ O	IEF1009.50	IEF1009.50
		NO	IEF1009.77	IEF1009.78
		PM ₁₀	IEF1010.16	IEF1010.17
		PM _{2.5}	IEF1010.33	IEF1010.34
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.62	AI1005POU.83

10.6 Treatment of imported manure in the inventory / Behandlung von Wirtschaftsdünger-Importen im Inventar

The Netherlands export animal manures to Germany. It is assumed that these are solely solid poultry manures.

As these manures are referred to as N exports, and just spread, it is adequate to consider NH_3 emissions during spreading only.

Imported poultry manure is unlikely to be a key source of emissions of N species. A Tier 1 methodology is applied.

Aus den Niederlanden wird Wirtschaftsdünger nach Deutschland exportiert. Es wird angenommen, dass es sich hierbei ausschließlich um Geflügelfestmist handelt.

Da diese Mengen über ihren N-Gehalt beschrieben werden, werden lediglich die Emissionen von NH_3 bei der Ausbringung beschrieben.

Importierter Geflügelmist ist wahrscheinlich keine Hauptquellgruppe für Emissionen N-haltiger Spezies. Ein Stufe-1-Verfahren wird angewendet.

10.6.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The Netherlands export manure in relevant quantities to Germany (expert judgement Luesink). They are reported without any further information as "exported N" (until 2002: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2004; 2003: Hoogeveen et al. 2005; 2004 and 2005: Luesink, LEI, Den Haag, unpublished data).

According to Luesink (expert judgement Luesink, LEI, den Haag) the share exported to Germany amounts to 70 to 85 % of the exported total. 90 to 95 % of these manure-N exports are (solid) poultry manure.

In this inventory, 75 % of the exports reported by The Netherlands are considered as imports to Germany; they are treated as poultry manure.

Data are available from 1994 onwards.

Uncertainty of activity data

The uncertainties are unknown.

Die Niederlande exportieren in erheblichem Umfang Wirtschaftsdünger nach Deutschland (Expertenurteil Luesink). Die Mengen werden ohne weitere Spezifikation als exportierter N angegeben (bis 2002: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2004; 2003: Hoogeveen et al. 2005; 2004 und 2005: Luesink, LEI, Den Haag, unveröffentlichte Daten).

Nach den Angaben von Luesink (Expertenurteil Luesink, LEI, Den Haag) beträgt der nach Deutschland exportierte Anteil zwischen 70 und 85 % der Gesamtexporte. Der nach Deutschland exportierte Wirtschaftsdünger-Stickstoff liegt dabei zum überwiegenden Teil (90 bis 95 %) in Geflügelfestmist vor.

In diesem Inventar werden daher 75 % der berichteten N-Exporte berücksichtigt und vollständig als Geflügelfestmist angesehen.

Daten liegen seit 1994 vor.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten sind unbekannt.

10.6.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors for the application of poultry manure given in Table 9.4 are used. The relevant time before incorporation is assumed to be 24 h. In this case, the emission factor is

$$EF_{\text{NH}_3} = 0.40 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$$

related to N imported.

Für die Ausbringung von Geflügelkot werden die in Table 9.4 angegebenen Werte angewendet. Als Zeit bis zur vollständigen Einarbeitung werden 24 h angesehen. Der relevante Emissionsfaktor beträgt damit

$$EF_{\text{NH}_3} = 0,45 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$$

bezogen auf importiertes N.

10.7 Poultry – collective description / Geflügel - zusammenfassende Daten

For greenhouse gases, emissions have to be reported for poultry as a single category. The categories dealt with in this report are collated. The aggregated data sets are to be found in Chapter 10.7.1.

For air pollutants, a differentiation was made between laying hens, broilers and other poultry. The data aggregated with this respect are to be found in Chapter 10.7.4.

Für die Emissionsberichterstattung bei Treibhausgasen wird Geflügel als eigene Kategorie betrachtet und derart zusammengefasst berichtet. Die so aggregierten Daten werden in Kapitel 10.7.1 zusammengestellt.

Bei der Berichterstattung über luftverschmutzende Gase wurden Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen und anderes Geflügel unterschieden. Die hierfür aggregierten Daten sind in Kapitel 10.7.4 zu finden.

10.7.1 Aggregated data for poultry / Zusammenfassende Daten für Geflügel

10.7.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The total number of pigs in the official statistics is the sum of all subcategories in Table 9.1 and Table 10.1.

Die Gesamtzahl des Geflügels in der amtlichen Tierzählung gibt die Summe aller Unterkategorien in Table 9.1 und Table 10.1 wieder.

$$n_{\text{poultry}} = n_{\text{AA}} + n_{\text{AB}} + n_{\text{AC}} + n_{\text{AD}} + n_{\text{AE}} + n_{\text{AF}} \quad (10.17)$$

where

n_{AA} etc. number of animals in census subcategory AA, etc. (see Table 9.1 and Table 10.1)

Uncertainty of activity data

The uncertainty in the census based animal numbers is between 4 and 5 %.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der Tierzahlen in der amtlichen Statistik wird etwa 4 bis 5 % betragen.

10.7.1.2 Animal weights / Tiergewichte

The mean animal weights of poultry is the weighted mean of the weights of laying hens, broilers, pullets, geese, ducks and turkeys. This mean is assessed from the following single means:

- The mean weight of laying hens is the arithmetic mean of the weights at the beginning and the end of the laying period. The weight at the beginning of the laying period is at the same time the final weight of
- pullets, whose mean weight is half of this final weight.
- The mean weight of broilers is assumed to be constant and half of the slaughter weight.
- The same applies to geese (slaughter weight 7 kg an⁻¹) and
- Ducks (slaughter weight 3.4 kg an⁻¹).

Die mittleren Gewichte bei Geflügel sind die gewichteten Mittel der Gewichte von Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen, Junghennen, Gänsen, Enten und Puten. Diese werden wie folgt berechnet:

- Als mittleres Gewicht von Legehennen wird das arithmetische Mittel der Gewichte zu Beginn und zum Ende der Legeperiode angesehen. Das Gewicht zu Beginn der Legeperiode ist gleichzeitig das Endgewicht der
- Junghennen; deren mittleres Gewicht ist die Hälfte dieses Endgewichts.
- Das mittlere Gewicht von Masthähnchen und -hühnchen ist konstant und die Hälfte des Schlachtgewichts.
- Dies gilt auch für Gänse (Schlachtgewicht 7 kg an⁻¹) und
- Enten (Schlachtgewicht 3,4 kg an⁻¹).

- For turkeys, the different slaughter weights for males and females (about 20 bzw. 10 kg an⁻¹) are considered.

The weighted means are based on the animal numbers used for this inventory.

- Bei Puten wird das unterschiedliche Schlachtgewicht von Hähnen und Hennen (ca. 20 bzw. 10 kg an⁻¹) berücksichtigt.

Die in die gewichtete Mittelung eingehenden Tierzahlen entsprechen denen, die der Inventarerstellung zugrunde gelegt wurden.

$$w_{\text{mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot w_{\text{mean, lh}} + n_{\text{br}} \cdot w_{\text{mean, br}} + n_{\text{pu}} \cdot w_{\text{mean, pu}} + n_{\text{ge}} \cdot w_{\text{mean, ge}} + n_{\text{du}} \cdot w_{\text{mean, du}} + n_{\text{tu}} \cdot w_{\text{mean, tu}}}{n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{ge}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}}} \quad (10.18)$$

where

$w_{\text{mean, poultry}}$	mean weight of poultry (in kg an ⁻¹)
n_{lh}	number of laying hens (in pl)
$w_{\text{mean, lh}}$	mean weight of laying hens (in kg an ⁻¹)
etc.	

10.7.1.3 Calculation of mean VS and N excretions / Berechnung mittlerer VS- und N-Ausscheidungen

The mean VS excretions for poultry are assessed using calculated data for laying hens, broilers, pullets, ducks and turkeys. There is no IPCC default values for geese. As the number of geese is small, geese are not included in the determination of the mean.

Die mittleren VS-Ausscheidungen für Geflügel werden aus berechneten Daten für Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Enten und Puten berechnet. Ein IPCC-default-Wert für Gänse ist nicht angegeben. Da die Zahl der Gänse gering ist, werden Gänse in die Mittelwertbildung nicht einbezogen.

$$VS_{\text{mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot VS_{\text{lh}} + n_{\text{br}} \cdot VS_{\text{br}} + n_{\text{pu}} \cdot VS_{\text{pu}} + n_{\text{du}} \cdot VS_{\text{du}} + n_{\text{tu}} \cdot VS_{\text{tu}}}{n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}}} \quad (10.19)$$

where

$VS_{\text{mean, poultry}}$	mean VS excretion of poultry (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
n_{lh}	number of laying hens (in pl)
VS_{lh}	VS excretion of layinghens (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
etc.	

In contrast to VS excretions, mean N excretions can be obtained including all subcategories:

Im Gegensatz zu mittleren VS-Ausscheidungen können die mittleren N-Ausscheidungen unter Einbeziehung aller Unterkategorien berechnet werden:

$$m_{\text{excr, mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot m_{\text{excr, lh}} + n_{\text{br}} \cdot m_{\text{excr, br}} + n_{\text{pu}} \cdot m_{\text{excr, pu}} + n_{\text{ge}} \cdot m_{\text{excr, ge}} + n_{\text{du}} \cdot m_{\text{excr, du}} + n_{\text{tu}} \cdot m_{\text{excr, tu}}}{n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{ge}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}}} \quad (10.20)$$

where

$m_{\text{excr, mean, poultry}}$	mean N excretion of poultry (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
n_{lh}	number of laying hens (in pl)
$m_{\text{excr, lh}}$	N excretion of laying hens (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
etc.	

10.7.1.4 Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren

For the calculation of mean implied emission factors $IEF_{\text{poultry}, i}$ of a species i , the total of the emissions of the species i is derived from the animal numbers in each subcategory and the respective emission factor EF_i , and then divided by the overall number of poultry.

For CH_4 emissions, geese are not accounted for.

Zur Berechnung der mittleren Emissionsfaktoren $IEF_{\text{poultry}, i}$ für eine Spezies i wird die Summe aller berechneten Emissionen einer Spezies i aus Tierzahlen und mittleren Emissionsfaktoren EF_i errechnet und durch die Gesamtzahl des Geflügels dividiert.

Bei CH_4 -Emissionen werden Gänse nicht berücksichtigt.

$$IEF_{\text{poultry}, i} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot EF_{\text{lh}, i} + n_{\text{br}} \cdot EF_{\text{br}, i} + n_{\text{pu}} \cdot EF_{\text{pu}, i} + n_{\text{ge}} \cdot EF_{\text{ge}, i} + n_{\text{du}} \cdot EF_{\text{du}, i} + n_{\text{tu}} \cdot EF_{\text{tu}, i}}{n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{ge}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}}} \quad (10.21)$$

where

$IEF_{\text{poultry}, i}$ implied emission factor of a species i for poultry (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
 n_{lh} number of laying hens (in pl)
 $EF_{\text{lh}, i}$ emission factor of a species i for laying hens (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
 etc.

10.7.2 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und resultierenden Emissionsfaktoren 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 (latest published results), and German data in this inventory.

In diesem Kapitel werden die mittleren Emissionsfaktoren (IEF) und wichtige emissionserklärende Variablen mit denen benachbarter Länder (letzte verfügbare Daten) mit ähnlicher Landwirtschaft verglichen.

10.7.2.1 Mean implied emission factors for gases and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Gase und emissionserklärende Variablen

Table 10.15: Poultry, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (submission 2008)

	mean animal weight in kg an^{-1}	VS excretion in $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$	N excretion in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$	<i>IEF</i>				
				CH_4_{ent} in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$	CH_4_{MM} in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$	NH_3 in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$	N_2O in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$	NO in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$
Austria	1.10	0.10	0.55	0.013	0.08	0.40		
Belgium	1.55	0.03	0.49		0.10	0.12		
Czech Republic			1.00		0.08	0.18		
Denmark	2.00	0.01	0.62		0.02	0.26		
Germany	2.25	0.021	0.76		0.03	0.43	0.0012	0.0002
France		0.10	0.60		0.12	0.49		
Netherlands					0.03	0.18		
Poland	1.10	0.10	0.60		0.08	0.13		
Switzerland		0.10	0.50	0.019	0.12	0.31		
United Kingdom			0.62		0.08	0.23		
IPCC default (IPCC(2006)-10.28)		0.02 to 0.07			0.02 to 0.09			

Sources: UNFCCC 2007, Table 4.A, EMEP (2008)

Some countries still use the default values provided in IPCC(1996)-3-4.46, i.e. a mean animal weight of 1.1 kg a^{-1} and a mean VS excretion of $0.10 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1}$. If one considers the information provided in IPCC(2006)-10.82, mean animal weights must definitively exceed the former values, whereas VS mean VS excretions fall below.

IPCC(1996) suppose a default CH_4 emission factor of $0.078 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Again, the data listed in IPCC(2006) result in lower means. Calculated emission factors reported by Denmark and the Netherlands confirm the German data.

Like all other means, the mean NH_3 emission factor greatly depends on the composition of the poultry population. Here, no additional information is available. The comparison with a default factor is impossible.

Als Tiergewichte geben einige Länder den default-Wert von $1,1 \text{ kg a}^{-1}$, als VS-Ausscheidung den default-Wert von $0,10 \text{ kg a}^{-1} \text{ d}^{-1}$ nach IPCC(1996)-3-4.46 an. Die Gewichte nach IPCC(2006)-10.82 führen zu deutlich höheren Mittelwerten; die mittleren VS-Ausscheidungen sind danach deutlich geringer.

Als default- CH_4 -Emissionsfaktor gibt IPCC(1996) $0,078 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ an. Nach IPCC(2006) ergeben sich auch hier geringere Mittelwerte. Die Rechnungen für Dänemark und die Niederlande bestätigen den deutschen Wert.

Wie alle anderen Mittelwerte, so hängen auch die NH_3 -Emissionsfaktoren stark von der Zusammensetzung der Tierpopulation ab. Hier fehlen Angaben der Nachbarländer. Ein Vergleich mit default-Werten ist nicht möglich.

10.7.2.2 Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Partikel

For PM_{10} , reported values are in the same order of magnitude (with the exception of Denmark and Switzerland).

Emission factors for $\text{PM}_{2.5}$ differ without any discernible reason.

Again, information about the composition of the population is missing.

Die Angaben zu Staub-Emissionsfaktoren für PM_{10} weisen (mit Ausnahme von Dänemark und der Schweiz) die gleiche Größenordnung auf.

Die Angaben zu $\text{PM}_{2.5}$ variieren ohne erkennbare Ursache.

Wiederum fehlen Angaben zur Zusammensetzung der Populationen.

Table 10.16: Poultry, intercomparison of PM emission factors (submission 2008)

	$IEF_{\text{PM}_{10}, \text{poultry}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{10}$	$IEF_{\text{PM}_{2.5}, \text{poultry}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{2.5}$	$IEF_{\text{TSP}, \text{poultry}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TSP}$
Austria			
Belgium	0.03	0.008	0.06
Czech Republic	0.01	0.000	0.03
Denmark	0.31	0.044	0.31
Germany	0.036	0.0049	
France	0.04	0.008	0.08
Netherlands	0.05	0.010	0.05
Poland	0.03	0.001	0.07
Switzerland	0.09	0.013	
United Kingdom	0.06	0.010	

Source: EMEP (2008), calculated from original data supplied

10.7.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Reference to information provided in the Tables volume is provided in the subsequent table.

Hinweise auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden Tabelle

Table 10.17: Poultry, related tables in the Tables volume

			from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.27	
		NMVOC	EM1005.58	
		NH ₃	EM1009.29	
		N ₂ O	EM1009.117	EM1009.119
		NO	EM1009.157	
		PM ₁₀	EM1010.19	
		PM _{2.5}	EM1010.39	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.36	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.26	
		NMVOC	IEF1005.29	
		NH ₃		
		N ₂ O		
		NO		
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.80	AI1005POU.88

10.7.4 Aggregated data for other poultry (poultry except laying hens and broilers) / Zusammenfassende Daten für weiteres Geflügel (Geflügel ohne Legehennen und Masthähnchen und –hühnchen)

The methods listed in Chapter 10.7.1 are used by analogy, omitting the figures for laying hens and broilers.

Zur prinzipiellen Vorgehensweise siehe Kapitel 10.7.1. Es fehlen jeweils die Daten für Legehennen und Masthähnchen und –hühnchen.

10.7.5 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 10.18: Other poultry, related tables in the Tables volume

			From	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.26	
		NMVOC	EM1005.57	
		NH ₃	EM1009.28	
		N ₂ O	EM1009.114	EM1009.116
		NO	EM1009.156	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten			
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management		
		NMVOC		
		NH ₃	IEF1009.25	
		N ₂ O	IEF1009.52	
		NO	IEF1009.79	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen			

11 Emissions from cultures with nitrogen fertilisers / Emissionen aus mit Stickstoff gedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen

Fertilised agricultural areas comprise

- permanent crops,
- arable land crops,
- market gardening and
- fertilised grassland

which are intentionally treated with nitrogen fertilisers (mineral fertiliser and manures).

N₂O emissions from agricultural soils are a key source with respect to level and trend (UBA 2008, pg. 85 f). NH₃ and NO emissions from agricultural soils are also regarded to be key sources (EMEP 2005).

Emissions of NMVOC from plants and emissions of CO₂ resulting from the application of mineral fertilisers are no key sources.

For CH₄, agricultural soils are a weak sink.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 11.1.

Gedüngte landwirtschaftliche Nutzflächen umfassen

- Dauerkulturen,
- Ackerland,
- Gartenland und
- gedüngtes Grünland,

die absichtlich mit stickstoffhaltigen Düngemitteln (Mineraldüngern und Wirtschaftsdüngern) behandelt werden.

N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sind eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus und ihres Trends (UBA 2008, S. 85f); NH₃- und NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sind nach EMEP (2005) ebenfalls jeweils eine Hauptquellgruppe.

Die Emissionen von NMVOC aus Pflanzen und von CO₂ aus der Anwendung von Mineraldüngern sind keine Hauptquellgruppen.

Landwirtschaftliche Böden sind eine schwache Senke für CH₄.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 11.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 11.1: Cultures with fertilisers, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
NH ₃	mineral fertiliser	2	EMEP	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	mineral fertiliser	1	IPCC	district	national	1 a
CO ₂	Urea	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	animal manures	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	sewage sludge	1	IPCC	states	national	1 a
N ₂ O	Histosols	1	IPCC	district	national	1 a
CH ₄	deposition to soils	1	EMEP	district	national	1 a
NMVOC	Plants	1	National	district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	arable agriculture	1	National	district	national	1 a

11.1 Application of mineral fertilisers / Mineraldüngeranwendung

11.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten

11.1.1.1 Amounts of fertilisers used / Berücksichtigte Düngermengen

German statistics (StatBA FS 4, R 8.2 for each year) report the amount of fertilisers sold. Assuming that the change of fertilisers stocked is small compared with the amount of fertilisers sold, the amount of fertiliser sold is taken to be the amount of fertiliser applied.

Statt der ausgebrachten Düngermenge wird die statistisch erfasste verkaufte Düngermenge (StatBA FS 4, R 8.2, für jedes Jahr) angesetzt in der Annahme, dass die Änderung der Vorräte klein ist gegenüber der verkauften Menge.

11.1.1.2 Spatial disaggregation of fertiliser amounts / Regionalisierung der Düngermengen

The amount of fertilisers sold is available for the Federal States. With respect to the short atmospheric lifetime of NH_3 a method was developed to disaggregate fertiliser amounts to the area of rural districts.

In Table 11.2. the recommended amounts of nitrogen fertilisers are listed for various cultures.

Die verkauften Düngermengen stehen für Bundesländer zur Verfügung. Im Hinblick auf die kurze atmosphärische Verweildauer von NH_3 wurde versucht, diese Mengen plausibel auf Landkreise zu disaggregieren.

Table 11.2 listet Düngeempfehlungen für verschiedene Kulturen auf.

Table 11.2: Cultures with fertilisers, recommended amounts of nitrogen fertilisers

Crop	Fertiliser recommended $\text{kg ha}^{-1} \text{N}$	Source	Crop	Fertiliser recommended $\text{kg ha}^{-1} \text{N}$	Source
winter wheat	220	LWK-NI (2007)	endive	120	Hortigate (2005)
spring wheat	200	LWK-NI (2007)	lamb's lettuce	80	Hortigate (2005)
Rye	150	LWK-NI (2007)	butterhead lettuce	80	Hortigate (2005)
winter barley	190	LWK-NI (2007)	Lollo lettuce	80	Hortigate (2005)
spring barley	130	LWK-NI (2007)	radicchio	80	Hortigate (2005)
Oat	100	LWK-NI (2007)	Romaine lettuce	100	Hortigate (2005)
Triticale	190	LWK-NI (2007)	arugula	80	Hortigate (2005)
grain maize	180	LWK-NI (2007)	other lettuce	80	Hortigate (2005)
maize for silage	180	LWK-NI (2007)	spinach	90	Hortigate (2005)
Rape	200	LWK-NI (2007)	rhubarb	120	Hortigate (2005)
sugar beet	160	LWK-NI (2007)	asparagus	80	Hortigate (2005)
fodder beet	160		celery stalks	140	Hortigate (2005)
clover, clover gras			fennel	140	Hortigate (2005)
mixtures, clover alfalfa	0		celery root	140	Hortigate (2005)
mixtures (fodder production on arable land)			horseradish	140	Hortigate (2005)
Alfalfa	0		carrots	80	Hortigate (2005)
grass (fodder production)	270	KTBL (2004), pg. 301	red radish	70	Hortigate (2005)
Potatoes	160	LWK-NI (2007)	white radish	100	Hortigate (2005)
broad beans	0		beetroot	180	Hortigate (2005)
Peas	0		gherkin	140	Hortigate (2005)
other pulses	0		cucumber	140	Hortigate (2005)
pastures and meadows	130	KTBL (2004), pg. 301	marrows	120	Hortigate (2005)
			courgette	170	Hortigate (2005)
Cauliflower	220	Hortigate (2005)	sweet corn	150	Hortigate (2005)
Broccoli	190	Hortigate (2005)	French beans	80	Hortigate (2005)
chinese cabbage	80	Hortigate (2005)	broad beans		
curly kale	160	Hortigate (2005)	runner beans (incl. scarlet runner bean)	120	Hortigate (2005)
Kohlrabi	130	Hortigate (2005)	peas for threshing (without pods)	110	Hortigate (2005)
Brussels sprouts	300	Hortigate (2005)	peas for picking (with pods)	110	Hortigate (2005)
red cabbage	190	Hortigate (2005)	spring onions	150	Hortigate (2005)
white cabbage	195	Hortigate (2005)	onions (incl. shallots)	90	Hortigate (2005)
Savoy cabbage	195	Hortigate (2005)	parsley	180	Hortigate (2005)
red oak leaf lettuce	80	Hortigate (2005)	leek	160	Hortigate (2005)
crisphead lettuce	120	Hortigate (2005)	chives	200	Hortigate (2005)

For the disaggregation, land utilisation data were combined with the fertiliser amounts officially recommended (cf. Table 11.2). Soil N pools and application of manures were not taken into account. The potentially needed amounts of fertiliser N were calculated for each district. The sum of these potential amounts of fertiliser N was compared with the amounts really sold. Thus, a

Zur Disaggregation wurden anhand der Flächennutzungsdaten und der Düngeempfehlungen (siehe Table 11.2) ohne Abzug von N-Vorräten in Böden und ohne Berücksichtigung etwaig aufgebracht Wirtschaftsdünger potentielle N-Gaben für jeden Kreis errechnet. Die Summe der potentiellen N-Gaben in einem Bundesland wurde der tatsächlich verkauften Düngermengen gegenüber

fraction could be derived for each district, which has to be multiplied with the amounts sold in the Federal State. A differentiation between grassland and arable land (incl. horticultural land) was made. No special combinations of fertiliser types and crop were accounted for.

gestellt. Für jeden Kreis wurde ein Bruchteil errechnet, der den Anteil einer jeden potentiell angewendeten Düngerart je Kreis beschreibt. Zwischen Düngergaben auf Ackerland (incl. Land für Gemüsebau) und Grünland wird unterschieden. Präferenzen für Kombinationen von Düngertypen und Kulturen wurden nicht berücksichtigt.

The amount of fertiliser per district is calculated as follows:

Die je Kreis angewendete Menge errechnet sich dann wie folgt:

$$m_{\text{fert}, i, d} = x_{\text{fert}, d} \cdot m_{\text{fert}, i, \text{sold}} \quad (11.1)$$

where

$m_{\text{fert}, i, d}$	amount of fertiliser type i used in a district (in Gg a ⁻¹ N)
$x_{\text{fert}, i, d}$	share of fertiliser used in a district related to the overall sales in a Federal State (in kg kg ⁻¹)
$m_{\text{fert}, i, \text{sold}}$	amount of fertiliser type i sold in a Federal State (in Gg a ⁻¹ N)

with

$$x_{\text{fert}, d} = \frac{\sum_j A_{j, d} \cdot m_{\text{rec}, j}}{\sum_j A_{j, \text{FS}} \cdot m_{\text{rec}, j}} \quad (11.2)$$

where

$A_{j, d}$	area of crop j reported for a district (in ha)
$m_{\text{rec}, j}$	amount of fertiliser recommended for a crop j (in kg ha ⁻¹ N, see Table 11.2)
$A_{j, \text{FS}}$	area of crop j reported for a Federal State (in ha)

11.1.1.3 Classification of fertilisers / Klassierung der Dünger

The German national classification for N fertilisers as used in the statistics is translated into SNAP categories according to Table 11.3.

Die nationalen Bezeichnungen für N-Dünger werden wie in Table 11.3 den SNAP-Bezeichnungen zugeordnet:

Table 11.3: Attribution of German national classes of N fertilisers to SNAP categories

German classification	SNAP 100100
<i>Any time</i>	
Kalkammonsalpeter	calcium ammonium nitrate
Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung	ammonium nitrate urea solutions
<i>in 1994 and thereafter</i>	
Ammonsalpetersorten	ammonium nitrate
Harnstoff	urea
andere Einnährstoffdünger	other complex NK and NPK fertilisers
NP-Dünger	combined NP fertilisers
<i>prior to 1994</i>	
andere Ammonsalpetersorten und Kalkstickstoff	ammonium nitrate

11.1.1.4 Data gap closure / Schließen von Datenlücken

For 1990 to 1993, information about fertiliser in the New Länder (former GDR) was available as total of N sold. The detailed data for 1994

Für die Jahre 1990 bis 1993 lagen für die Neuen Bundesländer Angaben über Düngemittel nur als Summe der verkauften N-Dünger, ange-

were used to estimate the distribution of fertiliser for the single Länder as well as the frequency distribution of the various fertiliser types.

The missing data for Saarland in 1991 were replaced by the respective data for 1990.

No data were available for the City States (Hamburg, Bremen, Berlin).

geben 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.

Für die Stadtstaaten lagen keine Verkaufszahlen vor.

11.1.1.5 Uncertainty of statistical data / Unsicherheit statistischer Daten

The uncertainty of the amounts of fertiliser sold is unknown.

The amount of fertiliser which was acquired in one Federal State and applied in another, is considered negligible.

The assumption that the amount of fertiliser sold equals in practice the amount applied is plausible and should be correct for the mean of several years.

According to EMEP(2003)-B1010-25, the uncertainty for the amounts of fertilisers applied is in the order of magnitude of 10 %. In addition, a normal distribution is assumed.

Die Unsicherheit der verkauften Düngermengen ist nicht bekannt.

Die Menge der Dünger, die in einem Bundesland gekauft und in einem anderen Bundesland ausgebracht wird, erscheint vernachlässigbar.

Die Annahme, dass die Menge der verkauften Dünger in der Praxis gleich der der ausgebrachten Mengen ist, erscheint plausibel und trifft zumindest im mehrjährigen Mittel zu.

Nach EMEP(2003)-B1010-25 ist für Düngernutzung: mit einer Unsicherheit von größenordnungsmäßig 10 % zu rechnen. Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.1.2 Emission of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

All emissions are related to nitrogen inputs with fertilisers.

Alle Emissionen werden auf die Stickstoff-Einträge mit Düngern bezogen.

11.1.2.1 Ammonia emissions / Ammoniak-Emissionen

11.1.2.1.1 The method applied / Angewandte Methode

Ammonia emissions are calculated using a detailed methodology according to EMEP(2003)-B1010-17.

For NH₃ emissions, various fertiliser types are distinguished; emission factors may vary for grassland and arable land (incl. horticultural land). Regions are differentiated according to their mean spring temperatures t_s .

Ammoniak-Emissionen werden nach einem detaillierten Verfahren nach EMEP(2003)-B1010-17 berechnet.

Bei NH₃-Emissionen wird weiter nach Düngertypen unterschieden; Grünland und Ackerland (incl. Gemüseanbaufläche) weisen teilweise unterschiedliche Faktoren auf. Regionen werden durch ihre mittleren Frühlingstemperaturen t_s charakterisiert.

Region A	$t_s > 13 \text{ °C}$
Region B	$6 \text{ °C} < t_s < 13 \text{ °C}$
Region C	$t_s < 6 \text{ °C}$

The calculation procedure is as follows:

Das Rechenverfahren lautet:

$$E_{\text{NH}_3, \text{fert}} = \sum m_{\text{fert}, i, A} \cdot EF_{\text{NH}_3, i, A} \cdot c_i + \sum m_{\text{fert}, i, B} \cdot EF_{\text{NH}_3, i, B} \cdot c_i + \sum m_{\text{fert}, i, C} \cdot EF_{\text{NH}_3, i, C} \cdot c_i \quad (11.3)$$

with

$E_{\text{NH}_3, \text{fert}}$	NH ₃ emission flux from fertilisers (in Gg a ⁻¹ NH ₃ -N)
$m_{\text{fert}, i, j, A}$	mass of fertiliser N applied as type i to a crop j in region A (in Gg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{NH}_3, i, j, A}$	NH ₃ emission factor for fertiliser type i and a crop j in region A (in kg kg ⁻¹ N)
c_i	multiplier reflecting soil pH

11.1.2.1.2 Mean spring temperatures / Mittlere Frühlingstemperaturen

Mean spring temperatures were defined as the mean air temperatures of March, April, and May, see Chapter 16.1.

Almost entire Germany belongs to Region B (6 – 13 °C).

In die mittleren Frühlingstemperaturen gehen die Mittelwerte der Lufttemperaturen der Monate März, April und Mai ein, siehe Kapitel 16.1.

Fast ganz Deutschland liegt in der Region B (6 – 13 °C).

11.1.2.1.3 Emission factors / Emissionsfaktoren

Table 11.4: Mineral fertilisers, emission factors for ammonia emissions kg kg⁻¹ N (EMEP(2007)-B1010-18)

Fertiliser type	Region A		Region B		Region C	Multiplier C	Comment
	EF_A	EF_B	$EF_{B, \text{grass}}$	$EF_{B, \text{arable}}$	EF_C		
ammonium sulphate	0.025	0.020	0.020	0.020	0.015	10	1)
ammonium nitrate	0.020	0.015	0.016	0.006	0.010	1	
calcium ammonium nitrate	0.020	0.015	0.016	0.006	0.010	1	
anhydrous ammonia	0.04	0.03	0.030	0.030	0.02	4	
urea	0.20	0.17	0.230	0.115	0.15	1	
nitrogen solutions	0.11	0.09	0.12	0.06	0.07	1	2)
ammonium phosphates	0.025	0.020	0.020	0.020	0.015	10	1)
other NK and NPK	0.020	0.015	0.016	0.006	0.010	1	3)
nitrate only (e.g. KNO ₃)	0.007	0.005	0.005	0.005	0.005	1	

1) note very strong pH effect supported by measurements and chemical principles (Harrison and Webb, 2001)

2) saturated solution of urea and ammonium nitrate

3) for fertilisers largely based on ammonium nitrate

Uncertainty of emission factors

For fertiliser application, the uncertainty of the emission factor is approximately 50 % (EMEP(2003)-B1010-25). A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Nach EMEP(2003)-B1010-26 beträgt die Unsicherheit des Emissionsfaktors etwa 50 %. Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.1.2.2 Emissions of N₂O, NO and N₂ / N₂O-, NO- and N₂-Emissionen

11.1.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

For N₂O, a Tier 1 approach is used according to IPCC(2006)-11.6 ff due to the fact that emission factors for various mineral fertilisers are still not available.

For NO, the simpler methodology described in EMEP(2003)-B1010-15 is applied.

Dinitrogen emissions are estimated using a national approach.

The following equations are used:

Für N₂O wird ein Stufe-1-Verfahren nach IPCC(2006)-11.6 ff angewandt, da Emissionsfaktoren für die einzelnen Mineraldünger nicht verfügbar sind.

NO-Emissionen werden nach dem einfachere Verfahren aus EMEP (2003)-B1010-15 berechnet.

Distickstoff-Emissionen werden nach einem nationalen Verfahren geschätzt.

Die folgenden Gleichungen werden benutzt:

$$E_{\text{N}_2\text{O, fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (11.4)$$

$$E_{\text{NO, fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{NO, fert}} \cdot \gamma_{\text{NO}} \quad (11.5)$$

$$E_{\text{N}_2, \text{fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{fert}} \quad (11.6)$$

where

$E_{\text{N}_2\text{O, fert}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{\text{NO, fert}}$	emission flux of NO directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in Gg a ⁻¹ NO)
$E_{\text{N}_2, \text{fert}}$	emission flux of N ₂ directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in Gg a ⁻¹ N ₂)
m_{fert}	amount of N applied with mineral fertiliser applied (in Gg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{N}_2\text{O, fert}}$	emission factor for N ₂ O emissions from mineral fertilisers ($EF_{\text{N}_2\text{O, fert}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{\text{NO, fert}}$	emission factor for NO emissions from mineral fertilisers ($EF_{\text{NO, fert}} = 0.012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{\text{N}_2, \text{fert}}$	emission factor for N ₂ emissions from mineral fertilisers ($EF_{\text{N}_2, \text{fert}} = 0.08 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

11.1.2.3 Emission factors / Emissionsfaktoren

N₂O and NO emission factors were obtained from the following sources:

Nitrous oxide

Tier 1 methodology: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology: Stehfest and Bouwman (2006)

$$EF_{\text{fert, NO}} = 0.012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

The NO emissions factor was calculated from data for Europe collated by Stehfest and Bouwman (2006), Table 6. (Europe). It represents the sum of NO emissions from arable land and grassland and relates them to the amount of N applied by fertiliser and manure.

Dinitrogen

The assessment of dinitrogen emissions is a prerequisite for the calculation of the amount of nitrogen transferred to the soils, which again is needed to determine indirect emissions due to leaching.

The emission factor for N₂ was derived as follows:

The emission factor for N₂ is derived from the emission ratio normally observed for N₂ and N₂O-N, i.e. between 7 and 8 kg kg⁻¹ (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.,

N₂O- und NO-Emissionsfaktoren wurden den folgenden Quellen entnommen:

Distickstoffoxid (Lachgas)

Stufe-1-Verfahren: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren: Stehfest und Bouwman (2006)

$$EF_{\text{fert, NO}} = 0,012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Der Emissionsfaktor für NO wurde nach den Daten für Europa in Table 6 aus Stehfest und Bouwman (2006) berechnet. Er entspricht der Summe aus NO- Emissionen aus Ackerland und Grünland bezogen auf die durch Mineral- und Wirtschaftsdünger zugeführte N Menge.

Distickstoff

Die Abschätzung der Emission von Distickstoff ist eine Voraussetzung zur Berechnung der in den Boden gelangenden Stickstoff-Menge, die für die Berechnung der indirekten Emissionen aus Auswaschung benötigt wird.

Die Ableitung des Emissionsfaktors für N₂ geschah wie folgt:

Der Emissionsfaktor wird aus dem üblicherweise beobachteten Verhältnis von N₂ zu N₂O-N abgeleitet, das etwa 7 bis 8 kg kg⁻¹ beträgt (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,

1986, Vermosen et al., 1996, Mathieu et al., 2006, Liu et al., 2007). For a valuation of the range of these emissions see Van Cleemput (1998).

The emission factor used is 0.08 kg kg⁻¹ N. It agrees with those mentioned in the recent publications (see Oura et al., 2001).

Uncertainty of emission factors

Nitric oxide

For fertiliser application, the order of magnitude is likely to be correct. Likely uncertainty is about a factor of 10 (EMEP(2003)-B1010-26). A lognormal distribution is assumed.

Nitrous oxide

Fertiliser application: order of magnitude may be correct for large areas (EMEP(2003)-B1010-26). The evaluation of German long-term experiments results in an emission factor which is slightly below default (slope 0.0072 kg kg⁻¹ with an intercept of about 2.3 kg ha⁻¹ a⁻¹ N; Lægheid and Aastveit, 2002). The overall procedure seems to be inappropriate¹¹.

Leip et al. (2005) estimate an uncertainty of about 900 %. However, IPCC(2006)-11.11 propose to use a factor of 3. A lognormal distribution is assumed.

Vermosen et al., 1996, Mathieu et al., 2006, Liu et al., 2007). Zur Deutung der Spannweite der Ergebnisse siehe Van Cleemput (1998).

Ein Faktor von 0,08 kg kg⁻¹ N wird verwendet. Dieser Emissionsfaktor stimmt mit anderen aus der neueren Literatur überein (vgl. Oura et al., 2001).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Stickstoffmonooxid

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich zutreffend. EMEP(2003)-B1010-26 gibt eine Unsicherheit mit dem Faktor 10 an. Eine lognormale Verteilung wird angenommen.

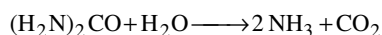
Distickstoffoxid (Lachgas)

Düngeranwendung: Größenordnung wahrscheinlich zutreffend (EMEP(2003)-B1010-26); Auswertung deutscher Langzeitexperimente ergibt einen geringfügig kleineren Emissionsfaktor von 0,0072 kg kg⁻¹ bei einem Sockel von etwa 2,3 kg ha⁻¹ a⁻¹ N (Lægheid und Aastveit, 2002); das Verfahren erscheint insgesamt als unangemessen¹¹.

Nach Leip et al. (2005) sollte mit einer Unsicherheit um 900 % gerechnet werden. IPCC(2006)-11.11 empfehlen einen Faktor von 3. Angenommen wird eine lognormale Verteilung.

11.1.3 Carbon dioxide emissions from the application of urea / Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff

In the presence of water and urease, urea reacts completely according to the following equation:



These emissions have to be reported under the regulations of IPCC(2006)-11.32.

Urea is used as granules on its own or as liquid fertiliser in combination with ammonium nitrate. The amounts sold are reported by official statistics in StatBA FS 4, R 8.2.

For details see Chapter 11.1.1.

Harnstoff reagiert in Gegenwart von Urease und Wasser vollständig gemäß

Die Emissionen sind nach IPCC(2006)-11.32 zu berichten.

Harnstoff wird in fester Form allein sowie als Flüssigdünger zusammen mit Ammonium-Nitrat ausgebracht. Die verkauften Mengen werden vom Statistischen Bundesamt in StatBA FS 4, R 8.2 bereitgestellt.

Zu weiteren Einzelheiten siehe Kapitel 11.1.1.

¹¹ "The German sites show no correlation between applied N and emitted N-N₂O..." (Jungkunst and Freibauer, 2005). N₂O emissions decrease in Europe with increasing N application to cereals (Kasimir Klemetsson and Klemetsson, 2002). The direct emissions are likely to be overestimated as compared to the emissions from the soil N pool (Lampe et al., 2006)

11.1.3.1 Assessment of emissions of carbon dioxide / Bestimmung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen

11.1.3.1.1 The method applied / Angewandte Methode

Emissions occur after the application of urea and ammonium nitrate urea (ANS) solutions. The calculation procedure takes the urea content of these solutions into account.

Die Emissionen entstehen aus der Anwendung von Harnstoff und von Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösungen (AHL). Die Rechnung berücksichtigt den Harnstoff-Gehalt der Lösung.

$$E_{\text{CO}_2, \text{urea}} = (m_{\text{urea}} + x_{\text{urea}} \cdot m_{\text{ANS}}) \cdot EF_{\text{CO}_2, \text{urea}} \cdot \beta \quad (11.7)$$

where	$E_{\text{CO}_2, \text{urea}}$	CO ₂ emission flux (in Gg a ⁻¹ CO ₂)
	m_{urea}	amount of urea applied (in Gg a ⁻¹ N)
	m_{ANS}	amount of ammonium nitrate urea solution (ANS) applied (in Gg a ⁻¹ N)
	x_{urea}	fraction of urea N in ANS ($x_{\text{urea}} = 0.5 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, expert judgement)
	$EF_{\text{CO}_2, \text{urea}}$	emission factor ($EF_{\text{CO}_2, \text{urea}} = 44/(2 \cdot 14) \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
	β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.1.3.1.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The completeness of the reaction allows for a simple stoichiometric calculation, according to which the emission factor is $44/(2 \cdot 14) \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$, if the fertiliser input is expressed as amount of N ($M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g mol}^{-1}$, $M_{\text{N}} = 14 \text{ g mol}^{-1}$).

Die Vollständigkeit der Umsetzung gestattet eine einfache stöchiometrische Rechnung, derzufolge der Emissionsfaktor $44/(2 \cdot 14) \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$ ist, wenn die Düngermenge als N angegeben ist ($M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g mol}^{-1}$, $M_{\text{N}} = 14 \text{ g mol}^{-1}$).

Uncertainty of emission factor

The emission factor is exact.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Der Emissionsfaktor ist genau.

11.2 Application of animal manures / Wirtschaftsdüngeranwendung

NH₃ emissions from the application of animal manures are calculated in using the methodologies provided in the chapters dealing with animal husbandry (Chapters 4 to 10.5).

NH₃-Emissionen aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern werden unter Verwendung der Methoden zur Erfassung der Emissionen aus der Tierhaltung (Kapitel 4 bis 10.5.) berechnet.

11.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

11.2.1.1 Nitrogen from German animal husbandry returned to soil / Stickstoff-Einträge in die Böden aus der deutschen Tierhaltung

The N inputs resulting from the application of manure are calculated for each animal category according to the detailed methodology using the mass flow concept (see Chapter 3.5). It considers the amounts of N imported into the system both from excreta and straw and the emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂.

N inputs to soil from buffalo and goats are not taken into account for these calculations. For goats, no spatial disaggregation is available. The amount of N originating from buffalo manures is taken to be irrelevant.

Die aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern resultierenden N-Einträge werden für jede Tierkategorie nach einem detaillierten Verfahren berechnet, das anhand des Massenfluss-Konzeptes (vgl. Kapitel 3.5) die ins System gelangenden N-Mengen aus Ausscheidungen und Stroh und die Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂ berücksichtigt.

Die N-Einträge aus der Büffel- und der Ziegenhaltung werden wegen ihrem fehlenden Flächenbezug (Ziegen) bzw. wegen der geringen Mengen (Büffel) nicht berücksichtigt.

11.2.1.2 Nitrogen imports with animal manures / Stickstoff-Importe mit Wirtschaftsdüngern

Dutch statistics (e.g. Centraal Bureau voor de Statistiek, 2007) and preceding publications show that remarkable amounts of manures are exported (Tabel 3.19b, Transport van stikstof in de form van dierlijke mest. Buitenland). According to Dutch experts these manures are preferably sold to Germany (expert judgement Luesink, LEI, Den Haag). Thus they are considered an additional source.

For details see Chapter 10.6

Die niederländische Statistik (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2007) weist wie in den Vorjahren beträchtliche Wirtschaftsdüngerexporte aus (Tabel 3.19b, Transport van stikstof in de form van dierlijke mest. Buitenland). Der Export erfolgt nach niederländischer Expertenmeinung (Expertenurteil Luesink, LEI, Den Haag) im Wesentlichen nach Deutschland, wo er als zusätzliche Quelle zu berücksichtigen ist.

Zu Einzelheiten siehe Kapitel 10.6.

Uncertainty of activity data

Amounts of applied manure

The uncertainty has not been quantified. An order of magnitude of 30 % with a normal distribution was assumed.

Amounts of imported manure

The statement for the amounts of manure applied is transferred to imports.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wirtschaftsdünger-Einträge

Die Unsicherheit ist unbekannt. Die Größenordnung von 30 %, normal verteilt, wird angenommen.

Wirtschaftsdünger-Importe

Die Aussagen für Wirtschaftsdünger werden übernommen.

11.2.2 Emissions of N_2O , NO and N_2 / N_2O -, NO- and N_2 -Emissionen

11.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

N_2O , NO and N_2 emissions are related to the amount of manure N and calculated in analogy to mineral fertilisers as follows:

For N_2O , a Tier 1 approach is used according to IPCC(2006)-11.6 ff due to the fact that emission factors for various sources of manure nitrogen are still not available.

For NO, the simpler methodology described in EMEP(2003)-B1010-15 is applied.

Dinitrogen emissions are estimated using a national approach (see Chapter 11.1.2.3).

The following equations are used:

$$E_{N_2O, \text{man}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{man}, N_2O} \cdot \gamma_{N_2O} \quad (11.8)$$

$$E_{NO, \text{man}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{man}, NO} \cdot \gamma_{NO} \quad (11.9)$$

$$E_{N_2, \text{man}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{man}, N_2} \quad (11.10)$$

where

$E_{N_2O, \text{man}}$	emission flux of N_2O directly emitted from soils (application of manure) (in $Gg \text{ a}^{-1} N_2O$)
$E_{NO, \text{man}}$	emission flux of NO directly emitted from soils (application of manure) (in $Gg \text{ a}^{-1} NO$)
$E_{N_2, \text{man}}$	emission flux of N_2 directly emitted from soils (application of manure) (in $Gg \text{ a}^{-1} N_2$)
m_{man}	amount of nitrogen in animal manures spread (in $Gg \text{ a}^{-1} N$)
$EF_{N_2O, \text{man}}$	emission factor for N_2O ($EF_{N_2O, \text{man}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} N$)
γ_{N_2O}	mass conversion factor ($\gamma_{N_2O} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{NO, \text{man}}$	emission factor for NO ($EF_{NO, \text{man}} = 0.012 \text{ kg kg}^{-1} N$)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{NO} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{N_2, \text{man}}$	emission factor for N_2 ($EF_{N_2, \text{man}} = 0.08 \text{ kg kg}^{-1} N$)

11.2.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

N_2O and NO emission factors were obtained from the following sources:

Nitrous oxide

Tier 1 methodology: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert}, N_2O} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} N$$

Nitric oxide

Simpler methodology: Stehfest and Bouwman (2006), see Chapter 11.1.2.3

$$EF_{\text{fert}, NO} = 0.012 \text{ kg kg}^{-1} N$$

Dinitrogen

Simpler methodology: national EF, see Chapter 11.1.2.3

$$EF_{\text{fert}, N_2} = 0.08 \text{ kg kg}^{-1} N_2-N$$

N_2O , NO und N_2 -Emissionen werden zunächst auf die Menge des eingetragenen Dünger-N bezogen und in Analogie zu Mineraldüngern wie folgt berechnet:

Für N_2O wird ein Stufe-1-Verfahren nach IPCC(2006)-11.6 ff angewandt, da Emissionsfaktoren für die einzelnen Wirtschaftsdünger nicht verfügbar sind.

NO-Emissionen werden nach dem einfachere Verfahren aus EMEP (2003)-B1010-15 berechnet.

Distickstoff-Emissionen werden nach einem nationalen Verfahren geschätzt (siehe Kapitel 11.1.2.3).

Die folgenden Gleichungen werden benutzt:

N_2O - und NO-Emissionsfaktoren wurden den folgenden Quellen entnommen:

Distickstoffoxid (Lachgas)

Stufe -1- Verfahren: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert}, N_2O} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} N$$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren: Stehfest und Bouwman (2006), siehe Kapitel 11.1.2.3

$$EF_{\text{fert}, NO} = 0,012 \text{ kg kg}^{-1} N$$

Distickstoff

Einfacheres Verfahren: nationaler EF, siehe Kapitel 11.1.2.3

$$EF_{\text{fert}, N_2} = 0,08 \text{ kg kg}^{-1} N_2-N$$

Uncertainty of emission factors

Nitrous oxide

The order of magnitude may be correct for large areas. (IPCC(2006)-11.11). Likely uncertainty about 300 %, presumably lognormal. See also Chapter 11.1.2.3

Nitric oxide

The order of magnitude is likely to be correct (EMEP 2003-B1010-26). Likely uncertainty about 1000 %, presumably lognormal.

Dinitrogen

The order of magnitude likely to be correct. Likely uncertainty about 1000 %, presumably lognormal.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid (Lachgas)

Größenordnung wahrscheinlich richtig (IPCC(2006)-11.11). Wahrscheinlicher Fehler: 300 %, wahrscheinlich lognormal. Siehe auch Kapitel 11.1.2.3.

Stickstoffmonooxid

Größenordnung wahrscheinlich richtig (EMEP 2003-B1010-26). Wahrscheinlicher Fehler 1000 %, wahrscheinlich lognormal.

Distickstoff

Größenordnung wahrscheinlich richtig. Wahrscheinlicher Fehler 1000 %, wahrscheinlich lognormal.

11.3 Application of sewage sludge / Ausbringung von Klärschlämmen

Sewage waste used in agriculture is treated in the same way as manures and the emissions are calculated accordingly.

IPCC(2006)-11.7 considers N inputs with sewage sludge as sources of both direct and indirect N₂O emissions.

The direct emissions are dealt with in this chapter. For the indirect emissions see Chapter 12.4.

Im Zusammenhang mit Wirtschaftsdüngern werden auch die Emissionen von N-Spezies aus der Anwendung von Klärschlämmen auf landwirtschaftliche Flächen berechnet.

IPCC(2006)-11.7 sieht die Berücksichtigung bei den direkten und den indirekten N₂O-Emissionen vor.

Die direkten Emissionen werden in diesem Kapitel behandelt. Zu den indirekten Emissionen siehe Kapitel 12.4.

11.3.1 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; MNULV, 2001), the portion which is applied to agricultural soils, and the respective N content (DWA, 2004) according to:

Die N-Mengen, die mit Klärschlämmen in landwirtschaftliche Systeme eingetragen werden, 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:

$$F_{SS} = m_{SS} \cdot x_{agr} \cdot x_{FS} \cdot (x_{WS} \cdot c_{N, WS} + x_{DHS} \cdot c_{N, DHS} + x_{LS} \cdot c_{N, LS} + x_{DS} \cdot c_{N, DS}) \quad (11.11)$$

where

F_{SS}	nitrogen input with sewage sludge (in Mg a ⁻¹ N)
m_{SS}	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
x_{WS}	fraction of wet sewage sludge (in Mg Mg ⁻¹)
$c_{N, WS}$	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). These data are generated for reporting of the recycling of sewage sludge to the EU in compliance with directive 86/278/EEC (EEC, 1986). The reporting frequency is once in three years.

Table 11.5 and Table 11.6 give a review on the raw data available.

Data gap closure

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 2001, data for single Federal States is available.

In the time series for national activities, miss-

Die hieraus abgeleiteten Daten werden vom Umweltbundesamt bereitgestellt (Fachgebiet III 3.3). Die Daten werden für die Berichtspflicht gegenüber der EU zu Verwertung von Klärschlämmen erarbeitet. Rechtsgrundlage ist die Richtlinie 86/278/EWG (EEC, 1986). Die Berichte werden dreijährlich erstellt.

Table 11.5 und Table 11.6 geben einen Überblick über die verfügbaren Rohdaten.

Schließen von Datenlücken

Klärschlamm-Mengen und landwirtschaftlich genutzte Klärschlamm-Mengen liegen seit 1991 als unvollständige Zeitreihen für das gesamte Bundesgebiet vor. Für 1995 und seit 2001 sind Daten für Bundesländer verfügbar.

Bei den Zeitreihen der nationalen Aktivitäten wurden fehlende Werte durch Vorjahreswerte

ing data were replaced by those from previous years. For 1990, data from 1991 were used.

The missing N contents were replaced by the mean concentrations obtained for 1998 to 2000 (i.e. 37.2 g kg⁻¹ N, related to dry matter)

In the Federal States of Brandenburg, Nordrhein-Westfalen and Rheinland-Pfalz, the amounts of sewage sludge were available for 2001 and 2002, but not the respective N contents. N contents of 2003 were combined with the amounts to estimate the amounts of N applied.

Due to missing N contents, data for the single Federal States and 1995 were not taken into consideration.

The data provided by the City States were too incomplete to be utilised.

ersetzt. Für 1990 wurde der Wert für 1991 angesetzt.

Für die fehlenden N-Gehalte der Schlämme vor 1998 wurden die Mittelwerte der Gehalte von 1998 bis 2000 angenommen (37,2 g kg⁻¹ N bezogen auf Trockenmasse).

In den Bundesländern Brandenburg, Nordrhein-westfalen und Rheinland-Pfalz waren für die Jahre 2001 und 2002 die Klärschlamm-Mengen, aber keine N-Gehalte der Klärschlämme verfügbar. Hier wurden die N-Gehalte von 2003 eingesetzt und die ausgebrachten N-Mengen vervollständigt.

Wegen der fehlenden N-Gehalte wurden die Länderdaten für 1995 nicht ausgewertet.

Die Informationen zu den Stadtstaaten waren so unvollständig, dass sie nicht ausgewertet wurden.

Table 11.5: 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
BW						106						63	52	52	39			
BY						159						98	86	84	73			
BB						16						17	21	17	17			
HE						76						64	55	58	53			
MV						9						31	27	27	26			
NS						198						157	164	170	162			
NW						168						128	133	126	121			
RP						57						69	66	64	63			
SL						6						5	5	5	5			
SN						10						5	5	6	2			
ST						22						28	23	27	26			
SH						81						73	73	69	65			
TH						6						7	7	11	12			
Stadtstaaten						27						12	10	7	9			
Germany		732	699			941		910	842	862	862	759	727	723	672			

Source: Umweltbundesamt, reports to EU; Schultheiß et al., 2000.

Table 11.6: 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
BW												34.1	38.9	35.1	40.8			
BY												40.4	39.9	42.1	44.6			
BB												45.0	45.0	45.0	46.1			
HE												27.7	30.6	31.6	32.0			
MV												51.4	51.0	51.0	54.1			
NS												56.3	56.4	56.1	56.8			
NW												32.0	32.0	32.0	32.0			
RP												36.7	36.7	36.7	37.2			
SL												44.1	44.2	50.7	46.6			
SN												36.0	25.0	22.0	37.0			
ST												44.7	29.5	42.6	43.5			
SH												27.0	25.0	24.0	28.0			
TH												33.0	36.0	38.0	35.0			
Stadtstaaten																		
Germany									37.5	36.0	38.1	39.4	38.8	40.5	42.0			

Source: Umweltbundesamt, reports to EU; Schultheiß et al., 2000.

Uncertainty of activity data

The uncertainty is not known. The preliminary assumption is that officially recorded data do not

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit ist unbekannt. Vorläufig wird angenommen, dass offiziell gemeldete Mengen

deviate more than 20 %, with a mean of 10 %. The N contents reported should have a similar uncertainty. A normal distribution is assumed.

mit einem Fehler von höchstens 20 %, im Mittel von 10 % behaftet sind. Die Unsicherheit der N-Gehalte sollte in der gleichen Größenordnung liegen. Die Verteilung ist normal.

11.3.2 Emissions of N₂O, NO and N₂ / N₂O-, NO- and N₂-Emissionen

11.3.2.1 The method applied / Angewandte Methode

IPCC(2006)-11.7 provides a Tier 1 methodology with the following equation:

IPCC(2006)-11.7 gibt ein Stufe-1-Verfahren mit folgender Gleichung vor:

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{SS}} = F_{\text{SS}} \cdot x_{\text{GASM}} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{SS}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (11.12)$$

where

$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{SS}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (application of sewage sludge) (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
F_{SS}	amount of nitrogen spread with sewage sludge (in Gg a ⁻¹ N)
x_{GASM}	fraction of N lost as NH ₃ and NO (in kg kg ⁻¹ N)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{SS}}$	emission factor for N ₂ O (application of sewage sludge) (in kg kg ⁻¹ N)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

11.3.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

Nitrous oxide

Tier 1 methodology: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Distickstoffoxid (Lachgas)

Stufe-1-Verfahren: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Uncertainty of the emission factor

The application of the emissions factor for mineral fertilisers appears to be plausible.

Likely uncertainty about 300 %, presumably lognormal.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Anwendung des allgemein für mineralische N-Einträge verwendeten Faktors für Klärschlämme erscheint plausibel.

Wahrscheinlicher Fehler: 300 %, wahrscheinlich lognormal.

11.4 Histosols (managed organic soils) / Bewirtschaftete organische Böden (ehem. Moorflächen)

The agricultural use of histosols results in nitrous oxide losses due to degradation. The amount emitted strongly depends on soil type, intensity of management and climate.

Die Bewirtschaftung organischer Böden führt zu Distickstoffoxid-Verlusten als Folge ihrer Degradierung. Das Ausmaß dieser Emissionen hängt stark vom Bodentyp, der Intensität der Nutzung und Klima ab.

11.4.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The calculation procedure relates losses to the managed area only.

The area of cultivated histosols is not officially recorded at present (cf Dämmgen and Grünhage, 2002). FAO (1991) as cited in IPCC(1996)-3-4.93 does not provide data for Germany. JRC-SRI (2000) name areas of $0 \cdot 10^3$ ha for arable land and $316 \cdot 10^3$ ha for grassland.

The areas given by Steffens (1996) are of the same order of magnitude as those used here; however, details vary.

The database used was derived from an intersection of soil type associations LBAs 6 and 7 (as given in the German soil map BUEK1000) with map of IPCC landuse categories of Germany based on the digital base landscape model Basis-DLM. The latter is based on the status of September 2007. The data have a spatial resolution of ± 3 m. For this task they were aggregated to be compatible with the German districts. They originate from the data preparation used to establish the emission inventory for landuse and landuse change¹².

A time series is initiated by this dataset.

Uncertainty of activity data

The scale of the soil map (1 in 1.000.000) omits small structural features.

Binding estimates of the uncertainty of these data are not yet available. Temporarily, an uncertainty of 10 % and a normal distribution are assumed.

Das Rechenverfahren bezieht die Verluste ausschließlich auf die bewirtschaftete Fläche.

Offizielle deutsche Daten für die Fläche organischer Böden sind nicht verfügbar (vgl. Dämmgen und Grünhage, 2002). Die in IPCC(1996)-3-4.93 angegebene Quelle (FAO, 1991) gibt keinen Aufschluss über deutsche Flächen. JRC-SRI (2000) geben für Ackerland mit organischen Böden $0 \cdot 10^3$ ha an, für Grünland $316 \cdot 10^3$ ha.

Die bei Steffens (1996) angegebenen Flächen liegen in der gleichen Größenordnung wie die hier verwendeten, weichen aber im Einzelnen von den hier angesetzten ab.

Die verwendete Datenbasis wurde durch eine Überschneidung der Leitbodenassoziationen BAs 6 und 7 der Bodenübersichtskarte BUEK 1000 mit der aus dem Basis-DLM abgeleiteten Karte der IPCC-Landnutzungskategorien basierend auf dem Stand September 2007 gewonnen. Die Daten haben eine räumliche Auflösung von ± 3 m und wurden auf Landkreisebene aggregiert. Sie wurden aus den, für die Erstellung der Emissionsinventare zu Landnutzung- und Landnutzungsänderung, erarbeiteten Werten übernommen¹².

Eine Zeitreihe wird mit diesen Daten begonnen.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Durch Verwendung der Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 werden keine kleinen Strukturelemente abgebildet.

Verbindliche Aussagen zur Unsicherheit der Daten können noch nicht gemacht werden. Angenommen wird eine Unsicherheit von 10 % mit normaler Verteilung.

¹² Elaborated by vTI AG-EI and described in annex to NIR 2008

11.4.2 Emissions of N₂O / N₂O-Emissionen

11.4.2.1 The method applied / Angewandte Methode

IPCC(2006)-11.6 ff describes a simpler methodology.

IPCC(2006)-11.6 ff beschreibt ein einfacheres Verfahren:

$$E_{\text{N}_2\text{O, hist}} = A_{\text{hist}} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O, hist}} \cdot \beta \quad (11.13)$$

where

$E_{\text{N}_2\text{O, hist}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
A_{hist}	area of histosols (in ha)
$EF_{\text{N}_2\text{O, hist}}$	emissions factor for emissions from cultivated organic soils ($EF_{\text{N}_2\text{O, hist}} = 8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.4.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

Simpler methodology:

Calculation according to IPCC(2006)-11.10 f using an emission factor of 8 kg ha⁻¹ a⁻¹ N.

Einfacheres Verfahren:

Berechnung nach IPCC(2006)-11.10 f mit einem Emissionsfaktor von 8 kg ha⁻¹ a⁻¹ N.

Uncertainty of emission factor

Temporarily, an uncertainty of von 300 % is assumed (IPCC(2006)-11.11), with a lognormal distribution being likely.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Vorläufig wird eine Unsicherheit von 300 % angenommen (IPCC(2006)-11.11), Verteilung wahrscheinlich lognormal.

11.5 Methane deposition / Methan-Deposition

Soil bacteria are able to oxidise CH₄. The rate of oxidation depends on the microbial activity and the availability of reduced N.

Bodenbakterien können CH₄ veratmen. Die Menge ist eine Funktion der mikrobiellen Aktivität und des Angebots an reduziertem N.

11.5.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Areas under cultivation are reported for arable land and permanent grassland by official statistics for each year (StatBA FS 3, R 3.1.2) (before 2005: FS 3, R 1.1.1)

Anbauflächen (Ackerland, Dauergrünland) werden vom Statistischen Bundesamt für jedes Jahr erfasst und berichtet (StatBA FS 3, R 3.1.2) (vor 2005: FS 3, R 1.1.1)

Uncertainty of activity data

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative judgements do not exist (communicated by Statistisches Bundesamt).

Quantitative Aussagen liegen nicht vor. (Mitt. Statistisches Bundesamt).

An uncertainty of < 5 % is assumed, distribution normal.

Angenommen wird eine Unsicherheit von < 5 % mit Normalverteilung.

11.5.2 Assessment of CH₄ deposition / Bestimmung der CH₄-Deposition

11.5.2.1 The method applied / Angewandte Methode

The calculation procedure relates the deposition D_{CH_4} to the area and differentiates between grassland and arable land.

Das Rechenverfahren bezieht die Deposition D_{CH_4} auf die Fläche und unterscheidet zwischen Grünland- und Ackerland-Böden.

$$D_{CH_4} = -E_{CH_4} = -(A_{grass} \cdot EF_{CH_4, grass} + A_{arable} \cdot EF_{CH_4, arable}) \cdot \beta \quad (11.14)$$

where

D_{CH_4}	CH ₄ deposition/consumption (in Gg a ⁻¹ CH ₄)
E_{CH_4}	CH ₄ emission
A_{grass}	area of grassland (in ha)
A_{arable}	area of arable land (in ha)
$EF_{CH_4, grass}$	emission factor for grassland (negative) ($EF_{CH_4, grass} = 2.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ CH}_4$)
$EF_{CH_4, arable}$	emission factor for arable land (negative) ($EF_{CH_4, arable} = 1.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ CH}_4$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^6 \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.5.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

EMEP(2003)-B1010-16 provisionally recommends the use of an "emission factor" of -0.5 kg ha⁻¹ a⁻¹. However, a literature review by Boecks and Van Cleemput (2001) suggests a differentiated consumption factor for arable and grassland. The consumption factors given there are 1.5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ for arable land and 2.5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ for grassland soils.

EMEP(2003)-B1010-16 sieht die versuchsweise Anwendung eines „Emissionsfaktors“ von -0,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ vor. Die Literaturrecherche von Boeckx und Van Cleemput (2001) ergab, dass eine Differenzierung nach Acker- und Grünlandflächen sinnvoll und angemessen ist. Verwendet wurden die dort angegebenen Konsumptionsfaktoren von 1,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ für Ackerböden und 2,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ für Grünlandböden.

Uncertainty of emission factors

EMEP(2003)-B1010-26 suggests an uncertainty of 100 %. With the alterations made, we assume an uncertainty of 50 % to be adequate. (see also Smith et al., 2000), distribution normal.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2003)-B1010-26 schlägt einen Fehler von 100 % vor. Angesichts der vorgenommenen Änderungen halten wir eine Unsicherheit von 50 % für angemessen (siehe auch Smith et al., 2000), Verteilung normal.

11.6 Non-methane volatile organic compounds from agricultural plants / Flüchtige organische Stoffe außer Methan aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen

To a lesser extent, agricultural plants emit non-methane organic compounds to the atmosphere. The chemical composition and the amount emitted depend on the crop grown and the area under cultivation.

Landwirtschaftliche Nutzpflanzen emittieren in geringem Umfang flüchtige organische Stoffe. Art und Menge der emittierten Stoffe ist von der Art des Pflanzenbestandes und der Anbaufläche abhängig.

11.6.1 Activity data / Aktivitätsdaten

For each crop, the area under cultivation is reported by official statistics (StatBA FS 3, R 3.1.2 (before 2005: FS 3, R 1.1.1))

Die Anbauflächen werden für jede Kultur vom Statistischen Bundesamt bereitgestellt (StatBA FS 3, R 3.1.2 (vor 2005: FS 3, R 1.1.1))

Uncertainty of activity data

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative judgements do not exist (communicated by Statistisches Bundesamt).

Quantitative Aussagen liegen nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

An uncertainty of < 5 % is assumed, distribution normal.

Angenommen wird eine Unsicherheit von < 5 % mit Normalverteilung.

11.6.2 Assessment of NMVOC emissions / Bestimmung der NMVOC-Emission

11.6.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Emissions are calculated for each crop. The respective biomass and the times during which the plants are emitting, are considered. The emission factors include partial emission factors for isoprene, terpenes, alcohols, aldehydes, ketones, ethers and other organic compounds and their contribution to overall emissions.

Die Emissionen werden für einzelne Kulturen berechnet. Dabei gehen die Biomasse und der Zeitanteil, in dem die Pflanzen emittieren, in die Rechnung ein. Der Emissionsfaktor berücksichtigt die unterschiedlichen Anteile von Isopren, Terpenen, Alkoholen, Aldehyden, Ketonen, Ethern und anderen organischen Verbindungen an der Gesamtemission.

Although the calculation procedure is rated a simpler methodology in EMEP(2006)-B1010-16, it is regarded to be a first estimate.

Das Rechenverfahren wird in EMEP(2006)-B1010-16 als einfacheres Verfahren aufgeführt, hat aber die Qualität einer ersten Schätzung.

$$E_{\text{NMVOC, crop}} = \sum A_i \cdot m_{D,i} \cdot x_{t,i} \cdot EF_{\text{NMVOC},i} \cdot \beta \quad (11.15)$$

where

$E_{\text{NMVOC, crop}}$	NMVOC emission flux from cropped areas (in Gg a ⁻¹ NMVOC)
A_i	area covered by crop i (in ha)
$m_{D,i}$	mean dry matter of crop i (in kg ha ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{t,i}$	fraction of year during which crop i is emitting (in a a ⁻¹)
$EF_{\text{NMVOC},i}$	NMVOC emission factor for crop i (in kg kg ⁻¹ NMVOC)
β	mass units conversion ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)

11.6.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

For grassland, wheat and rape, recommendations for the assessment of NMVOC emissions are made in EMEP(2006)-B1010-17.

Für Grünland, Weizen und Raps werden in EMEP(2006)-B1010-17 erste Angaben über NMVOC-Emissionen gemacht.

This inventory makes use of the more detailed

In diesem Inventar wird auf den ausführliche-

set of emission factors provided by König et al. (1995).

In order to get a more realistic view of the order of magnitude of these emissions, the emission factor for wheat was also applied to rye and triticale for the time being.

The emission factors used are compiled in Table 11.7.

ren Satz von Emissionsfaktoren von König et al. (1995) zurückgegriffen.

Um die Größenordnung der Emissionen insgesamt besser abschätzen zu können, wurde vorläufig der Emissionsfaktor für Weizen auch auf Roggen, Gerste und Triticale angewendet.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 11.7 zusammengestellt.

Table 11.7: Agricultural crops, NMVOC emission factors $EF_{\text{NMVOC},i}$ in kg kg^{-1} NMVOC, and duration of emission (fraction of year, in a^{-1})

Crop	isoprene	terpenes	alcohols	aldehydes	ketones	ethers and others	fraction of year emitting
Wheat			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
Rye			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
winter barley			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
spring barley			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
Oat							
Triticale			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
grain maize							
maize for silage							
Rape		$7.5 \cdot 10^{-8}$	$5.2 \cdot 10^{-8}$	$1.1 \cdot 10^{-8}$		$6.4 \cdot 10^{-8}$	0.3
sugar beet							
fodder beet							
clover, clover gras mixtures,							
clover alfalfa mixtures (fodder							
production on arable land)							
Alfalfa							
grass (incl. pastures and	$2 \cdot 10^{-10}$	$6.3 \cdot 10^{-9}$	$7.5 \cdot 10^{-10}$	$1.3 \cdot 10^{-9}$		$1.8 \cdot 10^{-9}$	0.5
meadows)							
Potatoes							

Uncertainty of emissions factors

EMEP(2006)-B1020-15 attributes a factor of 30 to the uncertainty. A lognormal distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2006)-B1020-15 gibt für die Unsicherheit den Faktor 30 an. Als Verteilung wird lognormal angenommen.

11.7 Emissions of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) from arable agriculture / Staub (PM₁₀ und PM_{2.5})-Emissionen aus der Bewirtschaftung von Ackerland

During cultivation of arable and grassland, particulate matter is emitted. Both the amount and the frequency distribution of particle diameters depend on the emitting process, crop, soil and weather.

At present, no valid guidance is available for the assessment of particle emissions from area sources in agriculture.

The procedure described here allows for a first estimate of the order of magnitude to be expected for these emissions.

Bei der Bewirtschaftung von Ackerland und Grünland werden Stäube emittiert. Die Menge und die Korngrößenverteilung hängen vom Arbeitsvorgang, der Feldfrucht, dem Boden und dem Wetter ab.

Gegenwärtig existiert keine verbindliche Vorschrift zur Berechnung von Staub-Emissionen aus landwirtschaftlichen Flächenquellen.

Das Verfahren erlaubt die Schätzung der Größenordnung, die für Emissionen dieser Art zu erwarten ist..

11.7.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The approach deals with arable land only. The respective areas are provided by official statistics. (StatBA FS 3, R 3.1.2) (before 2005: FS 3, R 1.1.1).

The areas of horticultural land are regarded as arable land.

Das Verfahren schätzt ausschließlich Emissionen aus Ackerland. Das Statistische Bundesamt stellt entsprechende Flächen bereit (StatBA FS 3, R 3.1.2) (vor 2005: FS 3, R 1.1.1)

Die Flächen für Gemüseanbau werden dem Ackerland zugeordnet.

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements do not exist (communicated by Statistisches Bundesamt).

An uncertainty of < 5 % is assumed, distribution normal.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen liegen nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

Angenommen wird eine Unsicherheit von < 5 % mit Normalverteilung.

11.7.2 Assessment of emissions of particulate matter / Bestimmung der Staub-Emission

11.7.2.1 The method applied / Angewandte Methode

The approach proposed by van der Hoek and Hinz (unpublished) is used.

The calculation procedure is considered a first estimate.

Das Inventar berechnet die Emissionen nach van der Hoek und Hinz (unveröffentlicht).

Das Verfahren wird als eine erste Schätzung angesehen.

$$E_{\text{PM}_{10}, \text{crop}} = \sum A_a \cdot EF_{\text{PM}_{10}, \text{crop}} \cdot \beta \quad (11.16)$$

$$E_{\text{PM}_{2.5}, \text{crop}} = \sum A_a \cdot EF_{\text{PM}_{2.5}, \text{crop}} \cdot \beta \quad (11.17)$$

where

$E_{\text{PM}_{10}, \text{crop}}$	PM ₁₀ emission flux from cropped areas (in Gg a ⁻¹ PM ₁₀)
$E_{\text{PM}_{2.5}, \text{crop}}$	PM _{2.5} emission flux from cropped areas (in Gg a ⁻¹ PM _{2.5})
A_a	area of arable land (in ha)
$EF_{\text{PM}_{10}, \text{crop}}$	emission factor ($EF_{\text{PM}_{10}, \text{crop}} = 1.56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{10}$)
$EF_{\text{PM}_{2.5}, \text{crop}}$	emission factor ($EF_{\text{PM}_{2.5}, \text{crop}} = 0.06 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{2.5}$)
β	mass units conversion ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.7.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

One single factor each for arable land and horticultural land is provided:

$$EF_{PM_{10}} = 4.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1};$$

$$EF_{PM_{2.5}} = 1.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1};$$

Uncertainty of emissions factors

The order of magnitude is likely to be correct. Thus, the uncertainty of the emission factor is estimated 100 % with a normal distribution.

Einheitlich für alle Ackerflächen und Gemüseanbauflächen werden die folgenden Emissionsfaktoren vorgeschlagen:

$$EF_{PM_{10}} = 4,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1};$$

$$EF_{PM_{2.5}} = 1,9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}.$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Größenordnung stimmt wahrscheinlich. Die Annahmen zu der Unsicherheit der Faktoren werden geschätzt auf 100 % bei normaler Verteilung.

11.7.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 11.8: Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	NH ₃ , mineral fertiliser	EM1001.01	
		N ₂ O mineral fertiliser	EM1001.02	
		NO, mineral fertiliser	EM1001.07	
		CO ₂ , mineral fertiliser	EM1001.15	
		N ₂ O, animal manure	EM1001.03	
		NO, animal manure	EM1001.08	
		N ₂ O, sewage sludge	EM1001.04	
		N ₂ O, histosols	EM1001.05	
		CH ₄ , deposition	EM1001.13	
		NMVOC, crops	EM1001.14	
		PM ₁₀ , arable land	EM1001.16	
		PM _{2.5} , arable land	EM1001.17	
Activity data	Aktivitäten	mineral fertiliser	AC1001.01	AC1001.05
		animal manure	AC1001.06	
		sewage sludge	AC1001.07	
		histosols	AC1001.08	
		areas, arable and grass-land	AC1001.09	AC1001.14
Emission factors	Emissionsfaktoren	NH ₃ , mineral fertiliser	IEF1001.01	
		N ₂ O mineral fertiliser	IEF1001.02	
		NO, mineral fertiliser	IEF1001.06	
		CO ₂ , mineral fertiliser		
		NH ₃ , animal manure		
		N ₂ O, animal manure	IEF1001.03	
		NO, animal manure	IEF1001.07	
		N ₂ O, sewage sludge	IEF1001.04	
		N ₂ O, histosols	IEF1001.05	
		CH ₄ , deposition	IEF1001.10	
		NMVOC, crops	IEF1001.11	
		PM ₁₀ , arable land	IEF1001.12	
		PM _{2.5} , arable land	IEF1001.13	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1001.01	AI1001.03

12 Emissions from cultures without fertilisers / Emissionen aus ungedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen

The assessment of emissions from areas without intentional nitrogen fertilisation comprises the following sources:

- biological N fixation: legumes,
- excreta from grazing animals returned to the soil,
- crop residues and
- indirect emissions from depositions of reactive N originating from agriculture.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 12.1.

Die Erfassung der Emissionen aus Flächen ohne absichtliche Stickstoff-Düngung berücksichtigt die folgenden Quellen:

- biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau,
- auf der Weide verbleibende tierische Ausscheidungen,
- Ernterückstände und
- indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem N aus der Landwirtschaft.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 12.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 12.1: Cultures without fertilisers, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
NH ₃	legumes	2	EMEP	district	national	1 a
N ₂ O, NO	legumes	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	animal grazing	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO	crop residues	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O	indirect, deposition	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O	indirect, leaching	1	IPCC	district	national	1 a

12.1 Biological N fixation: legumes / Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau

Emissions from N fixation are not considered a key source.

Biological N fixation worth considering takes place in legumes only. First and foremost, emissions of N species from legumes are related to the amount of N fixed. In Germany, this is assumed to be proportional to the area covered with legumes and the plant specific nitrogen fixation rate. The German inventory also takes clover-grass and alfalfa-grass mixtures into account. Double counting of the relevant areas is avoided.

Emissionen aus der N-Fixierung sind keine Hauptquellgruppe.

Biologische N-Fixierung findet in nennenswertem Umfang nur durch Leguminosen statt. Emissionen von N-Spezies beziehen sich in erster Linie auf die Menge des fixierten N. Dieser wird in Deutschland für jede Feldfrucht als proportional der Anbaufläche und der pflanzenspezifischen Fixierungsleistung angesehen. Deutschland berücksichtigt auch die Flächen von Klee-Gras- und Luzerne-Gras-Gemischen. Eine Doppelzählung dieser Mengen wird vermieden.

12.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amount of nitrogen fixed biologically is considered the actual activity. It is obtained from the area cultivated with a legume and the specific fixation rate of this legume.

Als eigentliche Aktivitätsgröße wird der biologisch gebundene Stickstoff angesehen. Er errechnet sich aus den Anbauflächen und den artspezifischen fixierten Mengen je Flächeneinheit.

Area under cultivation:

StatBA FS 3, R 3.1.2 (arable land, permanent grassland) (before 2005: FS 3, R 1.1.1), for each year

The German methodology uses the mean N fixation of legumes listed in Faustzahlen (1993), pg. 477 and SLL (2005), pg. 86:

- pulses 250 kg ha⁻¹ a⁻¹ N,
- clover, grass clover and clover alfalfa mixtures 200 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- alfalfa 300 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- horticultural peas 100 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- horticultural beans 40 kg ha⁻¹ a⁻¹ N

Uncertainty of activity data

Areas: Quantitative judgements of the areas reported do not exist for Germany (communicated by Statistisches Bundesamt).

EMEP(2003)-B1020-14 assumes that the typical uncertainty falls below 10 %. Assumed are 5 %, distribution: normal.

N contents of crop residues of legumes: uncertainty likely to be less than 25 % (EMEP(2003)-B1020-14). Assumed uncertainty: normal.

Anbauflächen:

StatBA FS 3, R 3.1.2 (Ackerland, Dauergrünland) (vor 2005: FS 3, R 1.1.1), für jedes Jahr

Das deutsche Verfahren berücksichtigt die in den Faustzahlen (1993), S. 477 und in SLL (2005), S. 86, gemachten Angaben über die durchschnittliche N-Fixierung von

- Hülsenfrüchten 250 kg ha⁻¹ a⁻¹ N,
- Klee, Klee-Gras- und Klee-Luzerne-Gemischen 200 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- Luzerne 300 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- Gemüseerbsen 100 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- Gemüsebohnen 40 kg ha⁻¹ a⁻¹ N

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Flächen: Quantitative Aussagen zur Genauigkeit der Flächenermittlung liegen für Deutschland nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

EMEP(2003)-B1020-14 geht davon aus, dass der typische Fehler < 10 % ist. Angenommen werden 5 %, Verteilung: normal.

N-Gehalte der Ernterückstände in Leguminosen: Unsicherheit kleiner als 25 % (EMEP(2003)-B1020-14). Angenommene Verteilung: normal.

12.1.2 Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies

12.1.2.1 The method applied / Angewandte Methode

A detailed calculation procedure for ammonia is described in (EMEP(2003)-B1020-12). In principle, it is applied to the other gases by analogy. However, IPCC(2006)-11.6 propose not to quantify emissions of N₂O due to "lack of evidence". As NO and N₂ are released during the same process, these emission factors are assumed to be zero also.

Das Rechenverfahren ist für Ammoniak als detailliertes Verfahren beschrieben (EMEP(2003)-B1020-12). Es wird prinzipiell auch auf die Emissionen der anderen Gase sinngemäß angewendet. IPCC(2006)-11.6 schlagen jedoch vor, N₂O-Emissionen nicht zu berechnen, da derzeit kein Anhaltspunkt für nennenswerte Emissionen besteht. Da NO und N₂ aus den gleichen Quellen freigesetzt werden, werden auch die entsprechenden Emissionsfaktoren mit Null angesetzt.

$$E_{\text{NH}_3, \text{NF}} = \sum A_i \cdot m_{\text{N}, i} \cdot EF_{\text{NH}_3, \text{NF}} \cdot \beta \quad (12.1)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{NF}} = \sum A_i \cdot m_{\text{N}, i} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{NF}} \cdot \beta \quad (12.2)$$

$$E_{\text{NO}, \text{NF}} = \sum A_i \cdot m_{\text{N}, i} \cdot EF_{\text{NO}, \text{NF}} \cdot \beta \quad (12.3)$$

where

$E_{\text{NH}_3, \text{NF}}$ NH₃ emission due to nitrogen fixation (in Gg a⁻¹ of the respective species)
 A_i area of a crop i (in ha)
 $m_{\text{N}, i}$ nitrogen fixed by crop i (in kg ha⁻¹ a⁻¹ N)

$EF_{NH_3, NF}$	NH ₃ emission factor for nitrogen fixation (in kg kg ⁻¹ N)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)
$E_{N_2O, NF}$	N ₂ O emission due to nitrogen fixation (in Gg a ⁻¹ of the respective species)
$EF_{N_2O, NF}$	N ₂ O emission factor for nitrogen fixation (in kg kg ⁻¹ N)
$E_{NO, NF}$	NO emission due to nitrogen fixation (in Gg a ⁻¹ of the respective species)
$EF_{NO, NF}$	NO emission factor for nitrogen fixation (in kg kg ⁻¹ N)

12.1.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The following emission factors are used:

Ammonia

Detailed methodology, EMEP(2003)-B1020-12

$$EF_{N, NH_3} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$$

Nitrous oxide

Simpler methodology, IPCC(2006)-11.6

$$EF_{N, N_2O} = 0.00 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology, IPCC(2006)-11.6

$$EF_{N, NO} = 0.00 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Uncertainty of emission factors

EMEP(2003)-B1020-14f and IPCC(2006)-11.11 refer to uncertainties as follows:

Ammonia

10 % (order of magnitude of uncertainty). Assumed distribution: normal.

Die folgenden Emissionsfaktoren werden verwendet:

Ammoniak

Detailliertes Verfahren, EMEP(2003)-B1020-12

$$EF_{N, NH_3} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$$

Distickstoffoxid (Lachgas)

Einfacheres Verfahren, IPCC(2006)-11.6

$$EF_{N, N_2O} = 0,00 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren, IPCC(2006)-11.6

$$EF_{N, NO} = 0,00 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten werden bei EMEP(2003)-B1020-14 f bzw. IPCC(2006)-11.11 wie folgt angegeben:

Ammoniak

größenordnungsmäßig 10 %. Angenommene Verteilung: normal.

12.2 Emissions from excretions during grazing / Emissionen aus tierischen Ausscheidungen auf der Weide

NH₃ emissions from excretions during grazing are dealt with in Chapters 4 to 8.2 for each animal category and reported under NFR 4D.

The calculation of N₂O, NO and N₂ emissions resulting from animal excreta dropped during grazing is described in the following.

NH₃-Emissionen aus Ausscheidungen beim Weidegang werden in den Kapiteln 4 bis 8.2 für jede Tierkategorie berechnet und unter NFR 4D berichtet.

Die N₂O-, NO- und N₂-Emissionen werden nachfolgend beschrieben.

12.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The N₂O, NO and N₂ emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are considered proportional to the N input with excreta. These N excretions are dealt with in Chapters 4 to 8.2 for each animal category.

N₂O-, NO- und N₂-Emissionen in Folge des Weidegangs werden als der Menge des auf der Weide ausgeschiedenen N proportional angesehen, die in den Kapiteln 4 bis 8.2 für jede Tierkategorie berechnet wird.

Uncertainty of activity data

Animal excreta dropped during grazing are calculated for all relevant animal categories (dairy cows, heifers, suckler cows, sheep, horses). Considering that the N fluxes of importance are described with a comparatively high accuracy, the uncertainty should be in the order of magnitude of 20 %, with normal distribution.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die auf der Fläche verbliebenen Ausscheidungen werden für alle relevanten Tierkategorien (Milchkühe, Färsen, Mutterkühe, Schafe, Pferde) berechnet. Berücksichtigt man, dass die mengenmäßig bedeutenden N-Flüsse recht genau beschrieben werden, so sollte der Fehler in der Größenordnung von 20 %, normal verteilt, liegen.

12.2.2 Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies

12.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Tier 1 methodologies are provided in EMEP(2003)-B1020-9 and IPCC(2006)-11.6 ff.

Es gibt lediglich Stufe-1-Verfahren (EMEP(2003)-B1020-9 bzw. IPCC(2006)-11.6 ff).

$$E_{\text{NH}_3, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2}) \cdot EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NH}_3} \quad (12.4)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 2}) \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (12.5)$$

$$E_{\text{NO}, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} \cdot EF_{\text{NO}, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2} \cdot EF_{\text{NO}, \text{graz}, 2}) \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NO}} \quad (12.6)$$

$$E_{\text{N}_2, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 2}) \cdot \beta \quad (12.7)$$

where

$E_{\text{NH}_3, \text{graz}}$	NH ₃ emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ NH ₃)
$m_{\text{N}, \text{graz}, 1}$	amount of N excreted during grazing of cattle, buffalo, pigs and poultry (in kg a ⁻¹ N)
$m_{\text{N}, \text{graz}, 2}$	amount of N excreted during grazing of sheep, goats and horses (in kg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}}$	NH ₃ emission factor for grazing ($EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$)
β	mass units conversion ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)
γ_{NH_3}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NH}_3} = 17/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}}$	N ₂ O emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 1}$	N ₂ O emission factor for grazing (cattle, buffalo, pigs and poultry) ($EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 2}$	N ₂ O emission factor for grazing (sheep, goats and horses) ($EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} =$

	0.01 kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$E_{\text{NO, graz}}$	NO emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ NO)
$EF_{\text{NO, graz, 1}}$	NO emission factor for grazing (cattle, buffalo, pigs and poultry) ($EF_{\text{NO, graz, 1}} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$)
$EF_{\text{NO, graz, 2}}$	NO emission factor for grazing (sheep, goats and horses) ($EF_{\text{NO, graz, 2}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$E_{\text{N}_2, \text{ graz}}$	N ₂ emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 1}}$	N ₂ emission factor for grazing (cattle, buffalo, pigs and poultry) ($EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 1}} = 0.14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
$EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 2}}$	N ₂ emission factor for grazing (sheep, goats and horses) ($EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 2}} = 0.07 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

12.2.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

For the gases considered the following emission factors were used:

Ammonia

Simpler methodology EMEP(2003)-B1020-18

$$EF_{\text{NH}_3, \text{ graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Nitrous oxide

Tier 1 method IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{N}_2\text{O, graz, 1}} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O, graz, 2}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology, emission factor equals that of N₂O, in accordance with EMEP(2003)-B1020-12

$$EF_{\text{NO, graz, 1}} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{NO, graz, 2}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Dinitrogen

In accordance with the proportions used for the calculation of the emissions from mineral fertilisers, a 7fold amount (see Chapter 11.1.2.2), with respect to N₂O emission factors, was assumed:

$$EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 1}} = 0.14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 2}} = 0.07 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Uncertainty of emission factors

EMEP(2003)-B1020-14f and bzw. IPCC(2006)-11.11 refer to uncertainties as follows:

Ammonia

10 % (order of magnitude of uncertainty). Assumed distribution: normal.

However, as the overall N status of the grazing grounds is unknown, the uncertainty could be larger. The calculations described here presuppose high amounts of N fertilisers and subsequently high emissions from the N excreted.

Für die einzelnen Gase wurden die folgenden Emissionsfaktoren benutzt:

Ammoniak

Einfaches Verfahren EMEP(2003)-B1020-8

$$EF_{\text{NH}_3, \text{ graz}} = 0,075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Distickstoffoxid

Stufe-1-Verfahren IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{N}_2\text{O, graz, 1}} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O, graz, 2}} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfaches Verfahren, Emissionsfaktor wie für N₂O in Anlehnung an EMEP(2003)-B1020-12

$$EF_{\text{NO, graz, 1}} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{NO, graz, 2}} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Distickstoff

In Übereinstimmung mit den Proportionen bei der Berechnung der Emissionen aus Mineraldüngern wurde auch hier die 7fache Menge der N₂O-Emissionsfaktoren angesetzt (siehe Kapitel 11.1.2.2):

$$EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 1}} = 0,14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{N}_2, \text{ graz, 2}} = 0,07 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten werden bei EMEP(2003)-B1020-14f bzw. IPCC(2006)-11.11 wie folgt angegeben:

Ammoniak

größenordnungsmäßig 10 %. Angenommene Verteilung: normal.

Da in diesem Inventar jedoch der N-Status des Weidelands nicht berücksichtigt wird, könnte der Fehler größer sein. Die hier beschriebenen Rechnungen gehen von hohen N-Düngungen und damit hohen Emissionen aus Exkrementen aus.

Nitrous oxide

Order of magnitude likely to be correct, uncertainty 300 %. Assumed distribution: lognormal.

Nitric oxide

Order of magnitude likely to be correct (a factor of 5 is possible). Assumed distribution: lognormal.

Distickstoffoxid (Lachgas)

Größenordnung wahrscheinlich zutreffend; Unsicherheit 300 %. Angenommene Verteilung: lognormal.

Stickstoffmonoxid

Größenordnung wahrscheinlich zutreffend (Faktor 5 ist möglich). Angenommene Verteilung: lognormal.

12.3 Crop residues / Ernterückstände

Direct N₂O emissions from agricultural soils are a key source. This includes emissions from crop residues.

N₂O and NO emissions from the turnover of crop residues in soils are considered to be proportional to the amount of N remaining in the soil.

Direkte N₂O-Emissionen aus Böden sind insgesamt eine Hauptquellgruppe. Hierunter fallen auch die Emissionen aus Ernterückständen.

Die N₂O- und NO-Emissionen aus der Umsetzung von Ernterückständen im Boden werden als den im Boden verbliebenen N-Mengen proportional betrachtet.

12.3.1 Activity data / Aktivitätsdaten

N₂O, NO and N₂ emissions are calculated from the amounts of N stored in the above and below ground biomass liable to mineralisation after harvest. Pre-requisites for their assessment are the areas of cultivation, the respective crop yields and the N contents of the crop residues, in the case of horticultural crops the N contents of the parts normally harvested are needed in addition. The data used are compiled in Table 12.2 and Table 12.3, unless they are variables.

The amounts of N removed with the straw used as bedding, are calculated for the respective animal categories, and their sum subtracted accordingly ($m_{N, \text{straw}}$).

N₂O-, NO- und N₂-Emissionen werden aus den in den oberirdischen und unterirdischen Ernterückständen verbleibenden N-Mengen berechnet. Benötigt werden die jeweiligen Anbauflächen, die Erträge und die N-Gehalte der Ernterückstände, bei Gemüse auch die N-Gehalte der normalerweise geernteten Produkte. Die benötigten Daten sind in Table 12.2 und Table 12.3 zusammengestellt, sofern sie nicht als Variablen eingehen.

Die N-Mengen, die mit Stroh als Einstreu von der Fläche entfernt werden, werden für die einzelnen Tierkategorien berechnet und insgesamt abgezogen ($m_{N, \text{straw}}$).

12.3.1.1 Area under cultivation / Anbauflächen

Areas are reported in the official statistics in StatBA FS 3, R 3 (for Federal States) for each year combined with StatLA, R CI for districts (1991, 1995, 1999, 2003).

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.

Die benötigten Anbauflächen werden vom Statistischen Bundesamt StatBA FS 3, R 3 (für Bundesländer) für jedes Jahr kombiniert mit StatLA R CI für Kreise (1991, 1995, 1999, 2003) bereitgestellt.

Die Fläche für Sommermenggetreide wird der Fläche für Hafer zugeschlagen; die Fläche für Wintermenggetreide wird unter Roggen erfasst.

Data gap closure

Areas of cultivation, year 2003

In case of missing values the area of cultivation of 1999 was used. It was assured by inquiries that the sum of peas and broad beans does not exceed the area of cultivation of pulses. The same applies for early potatoes and late potatoes and their sum.

Schließung von Datenlücken

Anbauflächen, Jahr 2003:

Bei fehlenden Werten wurde die Anbaufläche von 1999 eingesetzt. Bei Hülsenfrüchten wurde über Wenn-Abfragen sichergestellt, dass die Summe aus Futtererbsen und Ackerbohnen, die Anbaufläche der Hülsenfrüchte nicht übersteigt. Gleiches gilt für Früh- und Spätkartoffeln und deren Summe.

Triticale, areas of cultivation

Cropped areas in the City States: the area of the preceeding year (or the succeeding year, if the preceeding was not available) was used to

Triticale, Anbauflächen:

Gesamtanbaufläche der Stadtstaaten: Es wurde der Wert vom Vorjahr (oder vom nachfolgenden Jahr, wenn Vorjahr nicht verfügbar) ein-

replace the missing area value. In this case a special procedure had to be used for the yield estimate, see below.

Pulses, area of cultivation

If no areas were reported for broad beans or peas in the census, the whole area of pulses was considered "other pulses".

Uncertainty of areas reported

For triticale and horticultural crops, data describing the cropped areas within City States are unsatisfactory.

12.3.1.2 Yields / Erträge

With the exception of meadows, pastures and grass (fodder production), yields are reported in the agricultural censuses for 1991, 1995, 1999 and 2003 (StatLA R CII). For fodder production yields of 40 Mg ha⁻¹ a⁻¹ and 50 Mg ha⁻¹ a⁻¹ were assumed for grass and clover grass mixtures, respectively. The mean yield for meadows and pastures was assumed to be 45 Mg ha⁻¹ a⁻¹. (KTBL 2004, pp 303 ff, pg 300, pg 322; expert judgement Rogasik).

In Germany, "other pulses" comprise mainly lupins.

For triticale and horticultural crops, data describing and the yields within City States are unsatisfactory.

Data gap closure

Yields, year 2003

Data missing for single rural districts were replaced by the mean of the respective Federal State.

Triticale

Data missing for single districts were replaced by the mean of the respective Federal State. For Berlin, missing data were replaced by the mean of Brandenburg. For Bremen, data for Niedersachsen were used, and for Hamburg those for Schleswig-Holstein. The mean value given for the City States is the (unweighted) arithmetic mean of the yields of the single City States.

Pulses

If yields were not provided by the census, standard yields were taken instead: broad beans: 4.0 Mg ha⁻¹; peas: 3.5 Mg ha⁻¹ (Faustzahlen, KTBL, 2005, pg 159) lupins: 3.7 Mg ha⁻¹: (UFOP, 2004; Versuchswesen Pflanzenbau Rheinland-Pfalz, 2005). If no data was available,

gesetzt. Für diesen Fall gilt auch die Sonderregel in der Ertragsschätzung, siehe weiter unten.

Hülsenfrüchte, Anbauflächen:

Waren keine Flächen für Ackerbohnen oder Futtererbsen ausgewiesen, so wurde die Gesamtfläche als „andere Leguminosen“ betrachtet.

Unsicherheit der Flächenangaben

Für Triticale und Gemüse im Bereich der Stadtstaaten ist die Datenlage bzgl. der Anbauflächen unbefriedigend.

Erträge werden für alle relevanten Kulturen mit Ausnahme von Weiden, Wiesen und Feldfutterbau für 1991, 1995, 1999 und 2003 kreisweise berichtet (StatLA R CII). Für Feldfutterbau wurden Erträge von 40 Mg ha⁻¹ a⁻¹ für Gras und 50 Mg ha⁻¹ a⁻¹ für Klee-Gras-Gemische zugrunde gelegt, für Weiden im Mittel 45 Mg ha⁻¹ a⁻¹ (KTBL 2004, S. 303 ff, S. 300, S. 322; Expertenurteil Rogasik).

Unter „Weitere Hülsenfrüchte“ fallen in Deutschland vornehmlich Süß-Lupinen an.

Für Triticale und Gemüse im Bereich der Stadtstaaten ist die Datenlage bzgl. der Erträge unbefriedigend.

Schließung von Datenlücken

Erträge, Jahr 2003:

Fehlende Werte für Kreise wurden jeweils durch die Mittelwerte für die Bundesländer ersetzt.

Triticale

Fehlende Werte für Kreise wurden jeweils durch die Mittelwerte für die Bundesländer ersetzt. Für Berlin wurden die Daten von Brandenburg, für Bremen von Niedersachsen und für Hamburg von Schleswig-Holstein angenommen. Als Mittelwert für die Stadtstaaten wurde der arithmetische Mittelwert der Erträge von Berlin, Bremen und Hamburg eingesetzt.

Hülsenfrüchte

Waren keine Erträge angegeben, so wurden Standard-Erträge nach Faustzahlen (KTBL, 2005, S. 159) verwendet: Ackerbohnen: 4,0 Mg ha⁻¹; Futtererbsen: 3,5 Mg ha⁻¹. Für Süßlupine wurden 3,7 Mg ha⁻¹ angenommen (UFOP, 2004; Versuchswesen Pflanzenbau Rheinland-Pfalz,

the area was considered as “other pulses” and the yield for “other pulses” (lupins) of 3.7 Mg ha^{-1} was used instead

2005). Waren Angaben nicht vorhanden, wurde als mittlerer Ertrag der Körnerleguminosen der Wert für „andere Körnerleguminosen“ $3,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Süßlupine) angenommen.

Uncertainty of yields reported

The uncertainties are unknown.

Unsicherheit der Ertragsangaben

Es sind keine Angaben verfügbar.

12.3.1.3 Duration of cropped system ($x_{\text{renew}, i}$) and frequency of harvesting ($x_{\text{mow}, i}$) / Dauer der Kultur ($x_{\text{renew}, i}$) und Erntefrequenz der Kultur ($x_{\text{mow}, i}$)

For pastures and meadows and fodder production (grass or clover grass mixtures) crop residues only occur at a noticeably extent, when the field is ploughed up, which does not occur every year.

All crops apart from permanent grassland and fodder production systems (grass and clover grass mixtures) are annual crops. For permanent grassland a mean lifetime of 10 a is assumed, for fodder production 2 to 5 a are usual. A mean of 2.5 a for grass and 3 a for clover grass mixtures was used in this inventory (expert judgement Rogasik).

The factor $x_{\text{renew}, i}$ equals $1/x$, where x represents the duration of the cropped system in years. For annual crops $x_{\text{renew}, i} = 1$. For permanent grassland $x_{\text{renew}, i} = 0.1$, meaning that 10 % of the area with permanent grassland is producing crop residues which have to be taken into account.

For permanent grassland and fodder production (grass or clover grass mixtures) it is further assumed, that they are mowed three times a year but that crop residues are produced once only.

The factor $x_{\text{mow}, i}$ equals $1/x$, where x is the frequency of mowing. For annual crops $x_{\text{mow}, i} = 1$. For the exceptions mentioned $x_{\text{mow}, i} = 0.33$.

Ernterückstände fallen bei Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische) nur dann in nennenswertem Ausmaß an, wenn nach der Ernte gepflügt wird, dies ist nicht in jedem Jahr der Fall.

Alle Kulturen mit Ausnahme von Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische) sind einjährig. Für Grünland wird eine mittlere Dauer von 10 a angenommen, für Feldfutterbau 2 bis 5 a, im Mittel 2,5 a für Gras und 3 a für Graskleegemische (Expertenurteil Rogasik).

Der Faktor $x_{\text{renew}, i}$ ist gleich $1/x$, wobei x der Dauer der jeweiligen Kultur in Jahren entspricht. Bei einjährigen Kulturen gilt: $x_{\text{renew}, i} = 1$. Für Dauergrünland gilt $x_{\text{renew}, i} = 0,1$, das bedeutet auf 10 % der Grünlandfläche entstehen Ernterückstände, die berücksichtigt werden müssen.

Für Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische) wird weiter angenommen, dass drei Mal im Jahr gemäht wird, aber nur ein Mal Ernterückstände anfallen.

Der Faktor $x_{\text{mow}, i}$ ist gleich $1/x$, wobei x der Mähhäufigkeit pro Jahr entspricht. Bei den einjährigen Kulturen gilt: $x_{\text{mow}, i} = 1$. Bei den genannten Ausnahmen gilt $x_{\text{mow}, i} = 0,33$.

Uncertainty of durations reported

The uncertainties are unknown.

Unsicherheit der Zeitangaben

Es sind keine Angaben verfügbar.

12.3.1.4 Dry matter content ($x_{\text{DM}, i}$) / Trockenmassegehalte ($x_{\text{DM}, i}$):

Data for maize are available from Faustzahlen (KTBL, 2005), pg 306.

Data for rape, permanent grassland and fodder production (grass, clover grass mixtures, alfalfa) expert judgement Rogasik

All other data from IPCC(2006)-11.17; they are consistent with German data (expert judgement Rogasik).

Daten für Mais sind den Faustzahlen (KTBL, 2005, S. 306) zu entnehmen.

Daten für Raps, Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische, Alfalfa) Expertenurteil Rogasik.

Alle anderen Daten wurden aus IPCC(2006)-11.17 übernommen. Sie sind konsistent mit deutschen Daten (Expertenurteil Rogasik).

12.3.1.5 Ratio of above ground crop residues to yield ($a_{above, i}$) / Verhältnis der oberirdischen Ernterückstände zur Ernte ($a_{above, i}$)

Figure 12.1 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 12.1 hervor.

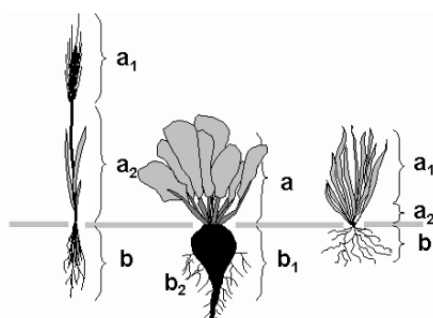


Figure 12.1: Above and below ground parts of crops, tuber crops and grasses

For tuber crops (Figure 12.1, centre), $a_{above, i} = a_2/b_1$, which is the reciprocal of the root to leaf ratio a_1/a_2 . The root to leaf ratio of beet was taken from Faustzahlen (KTBL, 2005, pg 300). The root to leaf ratio of potatoes is taken to be 1 to 0.1 (expert judgement Rogasik, JKI-PB).

For permanent grassland and fodder production (grass, clover grass mixtures, alfalfa) (Figure 12.1, right) $a_{above, i} = a_2/a_1$. These ratios were calculated according to IPCC(2006)-11.17.

It is assumed that the grain to straw ratio and the root to leaf ratios have not changed during the reporting period.

Für Hackfrüchte (Figure 12.1, Mitte) gilt $a_{above, i} = a_2/b_1$; das entspricht dem Kehrwert des Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnisses. Das Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnis von Rüben wurde aus Faustzahlen (KTBL, 2005, S. 300) entnommen. Das Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnis von Kartoffeln wurde als 1 zu 0,1 angenommen (Expertenurteil Rogasik, JKI-PB).

Für Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische, Alfalfa) (Figure 12.1, rechts) gilt $a_{above, i} = a_2/a_1$. Diese Verhältnisse wurden gemäß IPCC(2006)-11.17 ausgerechnet.

Wir gehen davon aus, dass sich das Korn-Stroh-Verhältnis bzw. das Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnis im Berichtszeitraum nicht geändert hat.

12.3.1.6 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 Faustzahlen (KTBL, 2005), pg. 219.

Die benötigten Daten wurden Faustzahlen (KTBL 2005), S. 219, entnommen.

12.3.1.7 Ratio of below ground crop residues to yield ($a_{below, i}$) / Verhältnis der unterirdischen Ernterückstände zur Erntemenge ($a_{below, i}$)

The relations needed to calculate the ratio of below ground crop residues to yield are shown in Figure 12.1:

For cereals and legumes (Figure 12.1, left):

Die Beziehungen zur Berechnung des Verhältnisses der unterirdischen Ernterückstände zur Erntemenge gehen aus Figure 12.1 hervor:

Für Getreide und Hülsenfrüchte (Figure 12.1, links) gilt:

$$a_{\text{below},i} = b/a_1$$

For beet and potatoes (Figure 12.1, centre):

$$a_{\text{below},i} = b_2/b_1$$

For permanent grassland and fodder production (grass, clover grass mixtures, alfalfa) (Figure 12.1, right)

$$a_{\text{below},i} = b/a_1.$$

These ratios were calculated from the ratio of the below ground residues to above ground biomass $a_{\text{below}, \text{bio}, i}$ ($= R_{\text{BG-BIO}}$ from IPCC 2006, 11.17) and from the ratio of above ground residues to yield $a_{\text{above}, i}$:

For cereals, legumes, permanent grassland and fodder production $a_{\text{below}, i}$ can be obtained as follows:

$$a_{\text{below},i} = a_{\text{below}, \text{bio}, i} \cdot (1 + a_{\text{above}, i}) \quad (12.8)$$

where

$a_{\text{below},i}$	ratio of below ground crop residues to yield (kg kg^{-1})
$a_{\text{below}, \text{bio}, i}$	ratio of the below ground residues to above ground biomass (kg kg^{-1})
$a_{\text{above}, i}$	ratio of above ground residues to yield (kg kg^{-1})

For tuber crops the following equation is used:

Für Hackfrüchte gilt entsprechend:

$$a_{\text{below},i} = a_{\text{below}, \text{bio}, i} \cdot a_{\text{above}, i} \quad (12.9)$$

where

$a_{\text{below},i}$	ratio of below ground crop residues to yield (kg kg^{-1})
$a_{\text{below}, \text{bio}, i}$	ratio of the below ground residues to above ground biomass (kg kg^{-1})
$a_{\text{above}, i}$	ratio of above ground residues to yield (kg kg^{-1})

12.3.1.8 Nitrogen content of below ground crop residues ($x_{N, \text{below}, i}$) / Stickstoff-Gehalte der unterirdischen Ernterückstände ($x_{N, \text{below}, i}$)

All data for $x_{N, \text{below}, i}$ except for rape were taken from IPCC(2006)-11.17, as they agree with German data. For rape, an expert judgement (Rogasik, JKI-PB) was used.

Die Werte für $x_{N, \text{below}, i}$ mit Ausnahme von Raps wurden IPCC(2006)-11.17 entnommen; sie entsprechen den deutschen Werten. Für Raps wurden Werte einer Expertenschätzung (Rogasik, JKI-PB) verwendet.

12.3.1.9 Ratio of crop residues to yield (a_i) / Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte (a_i)

For horticultural crops, only the ratio of crop residues to yield was available. It was calculated using informations using data from IGZ (2007).

Für Gemüse stand nur das Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte zur Verfügung. Sie wurden berechnet aus Angaben aus IGZ (2007).

12.3.1.10 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 ($x_{N,yield,i}$):

All data used could be obtained from from IGZ (2007).

Alle benötigten Daten konnten aus IGZ (2007) entnommen werden.

12.3.1.11 Factor for not harvested horticultural crops (δ_{HC}) / Faktor für nicht geerntetes Gemüse (δ_{HC})

Following expert judgement Feller (IGZ Großbeeren and Erfurt) it is to be expected that only 70 to 90 % of the horticultural crops grown are actually harvested. The rest is not marketable and has to be added to the crop residues. In order to simplify the procedure, a quota of 20 % of the grown horticultural crops was assumed to remain on the fields as additional crop residues.

Laut Expertenurteil Feller (IGZ Großbeeren und Erfurt) muss davon ausgegangen werden, dass nur zwischen 70 und 90 % des aufgewachsenen Gemüses auch geerntet werden, die restlichen 10 bis 30 % verbleiben als nicht vermarktbare auf dem Feld und müssen zu den Ernterückständen hinzugezählt werden. Vereinfachend wird eine Quote von 20 % des Gesamtaufwuchses angenommen, die zusätzlich auf dem Feld verbleibt.

Table 12.2: Crop residues (agricultural crops), data used for the calculation of N_2O , NO and N_2 emissions

Agricultural Crop	default yields	$x_{renew,i}$	$x_{mow,i}$	$x_{DM,i}$	grain-straw-ratio	$a_{above,i}$	$x_{N,above,i}$	$a_{below,Bio,i}$	$a_{below,i}$	$x_{N,below,i}$
	kg ha ⁻¹	ha ha ⁻¹		kg kg ⁻¹		kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹ N	kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹ N
winter wheat		1	1	0.89	1/0.9	0.9	0.0055	0.23	0.44	0.009
spring wheat		1	1	0.89	1/1.0	1.0	0.0055	0.28	0.56	0.009
Rye		1	1	0.88	1/1.4	1.4	0.0055	0.22	0.53	0.011
winter barley		1	1	0.89	1/1.0	1.0	0.0055	0.22	0.44	0.014
spring barley		1	1	0.89	1/1.1	1.1	0.0055	0.22	0.46	0.014
Oat		1	1	0.89	1/1.2	1.2	0.0055	0.25	0.55	0.008
Triticale		1	1	0.88	1/1.4	1.4	0.0055	0.22	0.53	0.008
grain maize		1	1	0.65	1/1.3	1.3	0.0070	0.22	0.51	0.007
maize for silage		1	1	0.30	1/1.2	1.2	0.0035	0.22	0.48	0.007
Rape		1	1	0.92	1/1.7	1.7	0.0070	0.22	0.59	0.010
sugar beet		1	1	0.22	1/0.8	0.8	0.0029	0.20	0.36	0.014
fodder beet		1	1	0.22	1/0.3	0.3	0.0024	0.20	0.26	0.014
clover, clover grass mixtures, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)	50000	0.33	0.33	0.15	1/0.5	0.5	0.0050	0.80	1.20	0.012
Alfalfa	50000	1	1	0.20	1/0.3	0.3	0.0060	0.40	0.52	0.019
grass (fodder production)	34000	0.4	0.33	0.15	1/0.5	0.5	0.0050	0.80	1.20	0.012
Potatoes		1	1	0.22	1/0.1	0.1	0.0040	0.20	0.22	0.014
broad beans	4000	1	1	0.90	1/2.1	2.1	0.0150	0.19	0.59	0.022
Peas	3500	1	1	0.90	1/2.1	2.1	0.0150	0.19	0.59	0.022
other pulses	3700	1	1	0.90	1/2.1	2.1	0.0160	0.19	0.59	0.022
pastures and meadows	45000	0.1	0.33	0.15	1/0.5	0.5	0.0050	0.80	1.20	0.012

Sources: see text above

Table 12.3: Crop residues (horticultural crops), data used for the calculation of N₂O, NO and N₂ emissions

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	0.0028	fennel	0.75	0.0030	0.0020
broccoli	3.67	0.0035	0.0045	celery root	0.50	0.0030	0.0025
chinese cabbage	0.71	0.0018	0.0015	horseradish	1.30	0.0037	0.0068
curly kale	1.25	0.0035	0.0060	carrots	0.17	0.0017	0.0017
kohlrabi	0.33	0.0035	0.0028	red radish	0.17	0.0020	0.0020
Brussels sprouts	2.60	0.0040	0.0065	white radish	0.20	0.0017	0.0017
red cabbage	0.80	0.0030	0.0022	beetroot	0.67	0.0025	0.0028
white cabbage	0.56	0.0030	0.0020	gherkin	0.71	0.0020	0.0015
Savoy cabbage	1.00	0.0040	0.0035	cucumber	0.71	0.0020	0.0015
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	0.0016
endive	0.33	0.0020	0.0020	sweet corn	2.00	0.0030	0.0035
lamb's lettuce	0.25	0.0045	0.0045	French bean	1.83	0.0040	0.0025
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. scar- let runner bean)	1.80	0.0032	0.0025
radicchio	0.79	0.0025	0.0025	peas for threshing (without pods)	4.57	0.0040	0.0100
Romaine lettuce	0.22	0.0020	0.0020	peas for picking (with pods)	4.57	0.0040	0.0100
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	0.0018
spinach	0.60	0.0036	0.0036	parsley	0.15	0.0040	0.0045
rhubarb	0.54	0.0050	0.0018	leek	0.68	0.0030	0.0025
asparagus	4.44	0.0046	0.0025	chive	0.20	0.0050	0.0050
celery stalks	0.60	0.0025	0.0025				

Sources: see text above

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements with respect to uncertainties of areas do not exist in Germany (communicated by Statistisches Bundesamt).

EMEP(2003)-B1020-14 assumes that the typical uncertainty is less than 10 % (distribution normal).

EMEP(2003)-B1020-14 also states that uncertainty concerning the N contents in crop residues is likely to fall below 25 % (distribution normal).

An overall uncertainty of 25 % is assumed, distribution normal.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen zur Genauigkeit der Flächenermittlung liegen in Deutschland nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

EMEP(2003)-B1020-14 geht davon aus, dass der typische Fehler < 10 % ist (normal verteilt).

Für die N-Gehalte der Ernterückstände wird von einem Fehler in der Größenordnung von 25 %, normal verteilt, ausgegangen (EMEP(2003)-B1020-14).

Insgesamt wird von einem Fehler der Aktivität von 25 % ausgegangen, Verteilung normal.

12.3.2 Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies**12.3.2.1 The method applied / Angewandte Methode**

In principle, the calculation procedure applied is given in IPCC(2006)-11.13 as Tier 2 methodology.

Due to different base data, the formula used for the calculation of crop residues derived from horticultural crops differs from the formula for agricultural crops.

Das prinzipiell angewendete Rechenverfahren ist bei IPCC(2006)-11.13 als Stufe-2-Verfahren beschrieben.

Aufgrund unterschiedlicher Datengrundlagen wird für die Berechnung von Ernterückständen aus Gemüse eine von der für Ackerfrüchte verschiedene Formel verwendet.

$$E_{N_2O, CR} = E_{N_2O, CR, AC} + E_{N_2O, CR, HC} \quad (12.10)$$

$$E_{NO, CR} = E_{NO, CR, AC} + E_{NO, CR, HC} \quad (12.11)$$

$$E_{N_2O, CR, AC} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew, i} \cdot x_{mow, i} \cdot y_i \cdot x_{DM, i} \cdot (a_{above, i} \cdot x_{N, above, i} + a_{below, i} \cdot x_{N, below, i}) - m_{N, straw} \right) \cdot EF_{N_2O, CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{N_2O} \quad (12.12)$$

$$E_{NO, CR, AC} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew, i} \cdot x_{mow, i} \cdot y_i \cdot x_{DM, i} \cdot (a_{above, i} \cdot x_{N, above, i} + a_{below, i} \cdot x_{N, below, i}) - m_{N, straw} \right) \cdot EF_{NO, CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{NO} \quad (12.13)$$

$$E_{N_2O, CR, HC} = \left(\sum_j A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N, j} + A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N, j} \cdot \delta_{HC} + A_j \cdot y_j \cdot x_{N, yield, j} \cdot \delta_{HC} \right) \cdot EF_{N_2O, CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{N_2O} \quad (12.14)$$

$$E_{NO, CR, HC} = \left(\sum_j A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N, j} + A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N, j} \cdot \delta_{HC} + A_j \cdot y_j \cdot x_{N, yield, j} \cdot \delta_{HC} \right) \cdot EF_{NO, CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{NO} \quad (12.15)$$

where

$E_{N_2O, CR}$	N ₂ O emission due to rotting of crop residues in a district (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{N_2O, CR, AC}$	N ₂ O emission due to rotting of agricultural crop residues in a district (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{N_2O, CR, HC}$	N ₂ O emission due to rotting of horticultural crop residues in a district (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{NO, CR}$	NO emission due to rotting of crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ NO)
$E_{NO, CR, AC}$	NO emission due to rotting of agricultural crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ NO)
$E_{NO, CR, HC}$	NO emission due to rotting of horticultural crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ NO)
i	running index for agricultural crops
j	running index for horticultural crops
A_i	area covered by crop i (in ha)
$x_{renew, i}$	fraction of crop i that is harvested annually (in ha ha ⁻¹)
$x_{mow, i}$	1 / quantity of harvests of crop i in a year (no dimension)
y_i	yield of crop i (in kg ha ⁻¹)
$x_{DM, i}$	dry matter content of crop i (in kg kg ⁻¹)
$a_{above, i}$	ratio of above ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, above, i}$	N content of above ground residues of crop i (in kg kg ⁻¹ N)
$a_{below, i}$	ratio of below ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, below, i}$	N content of below ground residues of crop i (in kg kg ⁻¹ N)
$m_{N, straw}$	amount of nitrogen removed with straw used as bedding in a district (in kg N)
$EF_{N_2O, CR}$	N ₂ O emission factor for crop residues ($EF_{N_2O, CR} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)
γ_{N_2O}	mass conversion factor ($\gamma_{N_2O} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{NO, CR}$	NO emission factor for crop residues ($EF_{NO, CR} = 0.007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{NO} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
a_j	ratio of crop residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, j}$	N content of crop residues of crop i (in kg kg ⁻¹ N)
$x_{N, yield, j}$	N content of normally harvested parts of crop i (in kg kg ⁻¹ N)
δ_{HC}	not harvested horticultural crops factor ($\delta_{HC} = 20/80 \text{ kg kg}^{-1}$)

12.3.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The following emission factors were used:

Nitrous oxide

Default: IPCC(2006)-11.11

$EF_{N_2O, crop} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Folgende Emissionsfaktoren wurden benutzt:

Distickstoffoxid

Default: IPCC(2006)-11.11

$EF_{N_2O, crop} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Nitric oxide

Simpler methodology: EMEP(2003)-1020-12

$$EF_{\text{NO}_x, \text{crop}} = 0.007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Uncertainty of emission factors

Nitrous oxide

According to IPCC(2006)-11.11 uncertainty of approximately 300 %, distribution lognormal.

Nitric oxide

no data available; order of magnitude likely to be correct (a factor of 5 is possible). Assumed distribution: lognormal.

Stickstoffmonooxid

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-1020-12

$$EF_{\text{NO}_x, \text{crop}} = 0,007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid

laut IPCC(2006)-11.11 größenordnungsmäßig 300 %. Verteilung lognormal.

Stickstoffmonooxid

keine Angaben, Größenordnung wahrscheinlich richtig. (Faktor 5 ist möglich). Angenommene Verteilung: lognormal.

12.4 Indirect emissions from depositions of reactive nitrogen originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem Stickstoff aus der Landwirtschaft

Atmospheric deposition of reactive nitrogen species results in nitrous oxide emissions. The amounts of N deposited are treated in the same way as mineral fertiliser; they are proportional to the N input.

Die atmosphärische Deposition von reaktiven Stickstoff-Spezies führt zu Lachgas-Emissionen. Die eingetragenen N-Mengen werden wie Mineraldünger behandelt; die Emissionen sind den N-Einträgen proportional.

12.4.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amounts of NH_3 and NO emitted from agricultural sources are the relevant activities. Chemical reactions which transform these emissions to inert N species do not occur in practice.

All emissions described in the chapters dealing with animal and plant production are considered.

Die eigentlichen Aktivitäten sind die aus landwirtschaftlichen Quellen emittierten NH_3 - und NO-Mengen. Chemische Reaktionen in der Atmosphäre, die zu nicht reaktivem N führen, finden praktisch nicht statt.

Die in den Kapiteln zur Tier- und Pflanzenproduktion beschriebenen Emissionen werden hier zu aufsummiert.

Uncertainty of activity data

A discussion of the uncertainty of these emissions presupposes the knowledge of the uncertainties of the respective emissions.

An uncertainty of 25 % is assumed, normal distribution.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Depositionen ist erst bestimmbar, wenn die Unsicherheit der Emissionen hinreichend bekannt ist.

Angenommen werden 25 %, Verteilung normal.

12.4.2 Assessment of N_2O emissions / Bestimmung der N_2O -Emissionen

12.4.2.1 The method applied / Angewandte Methode

A Tier 1 approach similar to the treatment of N_2O emissions from the application of mineral fertiliser is used (IPCC(2006)-11.19).

Ein Stufe-1-Verfahren analog zur Beschreibung der N_2O -Emissionen aus der Mineraldünger-Anwendung wird eingesetzt (IPCC(2006)-11.19).

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{dep}} = (E_{\text{NH}_3} + E_{\text{NO}}) \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{dep}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (12.16)$$

where

$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{dep}}$	indirect N_2O emission resulting from the deposition of reactive nitrogen species originating from agriculture (in $\text{Gg a}^{-1} \text{N}_2\text{O}$)
E_{NH_3}	NH_3 -N emissions from all agricultural sources (in $\text{Gg a}^{-1} \text{N}$)
E_{NO}	NO-N emissions from all agricultural sources (in $\text{Gg a}^{-1} \text{N}$)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{dep}}$	emission factor for indirect emissions from deposition ($EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{dep}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{mol mol}^{-1}$)

12.4.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factor proposed in IPCC(2006)-11.11 is:

$$EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$$

Der in IPCC(2006)-11.11 vorgeschlagene Emissionsfaktor ist:

$$EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$$

Uncertainty of emission factors

In this inventory, the uncertainty of emission factors is the same as for mineral fertilisers (see Chapter 11.1.2.3). However, a detailed literature review performed for the Netherlands shows that an emission factor of about $0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ is likely to be appropriate. The emission factor was found to depend on land use (Denier van der Gon et al., 2004).

In agreement with other emissions calculated with the same factor, we assume an uncertainty of 300 % and normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit der Emissionsfaktoren für Mineraldünger wird angesetzt (vgl. Kapitel 11.1.2.3). Eine ausführliche Literaturrecherche für die Niederlande kommt zu dem Schluss, dass ein Emissionsfaktor von größenordnungsmäßig $0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angemessen sei. Der Faktor hängt in großem Umfang von der Landnutzung ab (Denier van der Gon et al., 2004).

In Anlehnung an andere Emissionen mit dem gleichen Faktor nehmen wir eine Unsicherheit von 300 %, normal verteilt, an.

12.5 Indirect emissions from leached and run off N originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft

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 landwirtschaftliche Böden gelangen teilweise durch Oberflächenabfluss in Oberflächengewässer, teilweise durch Auswaschung in Grundwässer. Sie sind dort Quelle indirekter Lachgas-Emissionen.

12.5.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Activities are those amounts of nitrogen which are applied to soils as manure, mineral fertiliser or sewage sludge as well as N mineralised in organic soils.

Quellgrößen sind die Mengen an Stickstoff, die mit dem Wirtschaftsdünger, dem Mineraldünger, den Klärschlämmen und aus der Mineralisierung organischer Böden eingetragen werden.

Manure:

N inputs due to fertiliser application and to animal excreta dropped during grazing are calculated under SNAP 10 09 for each animal category.

Wirtschaftsdünger:

N-Einträge bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und aus Ausscheidungen beim Weidegang werden für jede Tierkategorie berechnet.

Mineral fertiliser:

The amounts of fertilisers applied are taken as described in Chapter 11.1.

Mineraldünger:

Die eingesetzten Mineraldünger-Mengen werden wie in Kapitel 11.1 übernommen.

Sewage sludge:

The amounts of sewage sludge applied to agricultural soils are taken as described in Chapter 11.3.

Klärschlamm:

Die mit Klärschlämmen eingetragenen N-Mengen werden wie in Kapitel 11.3 übernommen.

Mineralisation of organic soils

The amounts of N released during the mineralisation of histosols will be calculated during the reporting for CRF 5. They are not yet dealt with in this inventory.

Mineralisation organischer Böden

Die Mineralisation und die dabei frei werden N-Mengen werden zukünftig im Zusammenhang mit CRF 5 berechnet. Sie sind in diesem Inventar noch nicht berücksichtigt.

Uncertainty of activity data

With the exception of mineral fertilisers, all N inputs are calculated as results of those processes, from which N species are released. The typical error, with which these losses are assessed, is estimated to be approximately 30 % (which reflects the uncertainty of the major contributions to the overall emissions, see Chapters on animal production).

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Außer bei den Einträgen aus der Anwendung von Mineraldüngern sind die eingetragenen N-Mengen die Endglieder verlustbehafteter Prozesse. Die Genauigkeit der Ermittlung dieser Verluste wird mit etwa 30 % angegeben (Unsicherheit der Emissionsfaktoren der wesentlichen Emissionen erzeugenden Prozesse, siehe Kapitel zur Tierproduktion).

In the IPCC methodology, the amount of N leached, which is the source of N₂O emissions, is deduced from the N input using a constant factor x_{leach} , for which IPCC(2006)-11.24 give a variability of 300 %.

Die zur N₂O-Freisetzung führende ausgewaschene N-Menge wird nach IPCC mit einem konstanten Faktor x_{leach} ermittelt, für den in IPCC(2006)-11.24 ein Unsicherheitsbereich von 300 % angegeben wird.

Thus, it seems adequate to assume an overall uncertainty of 300 %. Distribution lognormal

Es erscheint angemessen, insgesamt einen Fehler von 300 % anzunehmen. Verteilung lognormal.

12.5.2 Assessment of N₂O emissions / Bestimmung der N₂O-Emissionen

12.5.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Agricultural soils are considered a key source with respect to indirect N₂O emissions. Hence, this applies to the emissions resulting from leaching and run off.

The Tier 1 methodology in IPCC(2006)-11.21 calculates N₂O emissions as a constant portion of the N input to soils according to

Landwirtschaftliche Böden gelten hinsichtlich der indirekten N₂O-Emissionen als Hauptquellgruppe. Dies gilt dann auch für die Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N.

Das Stufe-1-Verfahren nach IPCC(2006)-11.21 ermittelt die N₂O-Emissionen als konstanten Anteil der in den Boden eingetragenen N-Mengen:

$$E_{N_2O, leach} = ((F_{man} + F_{fert} + F_{SS} + F_{CR} + F_{MOS}) \cdot x_{leach 1} + F_{NF} \cdot x_{leach 2}) \cdot EF_{N_2O, leach} \cdot \gamma_{N_2O} \quad (12.17)$$

where

$E_{N_2O, leach}$	emission rate of N ₂ O (leaching and run off) (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
F_{man}	N input with slurry and manure (in Gg a ⁻¹ N)
F_{fert}	N input with mineral fertilisers (in Gg a ⁻¹ N)
F_{SS}	N input with sewage sludge (in Gg a ⁻¹ N)
F_{CR}	N input with crop residues (in Gg a ⁻¹ N)
F_{MOS}	N input from mineralisation of organic soils (in Gg a ⁻¹ N)
$x_{leach 1}$	share of N liable to leaching and run off (0.30 kg kg ⁻¹ N)
F_{NF}	N input with nitrogen fixing plants (in Gg a ⁻¹ N)
$x_{leach 2}$	share of N liable to leaching and run off (0.00 kg kg ⁻¹ N)
$EF_{N_2O, leach}$	emission factor for N from leaching and run off ($EF_{N_2O, leach} = 0.0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
γ_{N_2O}	mass conversion factor ($\gamma_{N_2O} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

12.5.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The default emission factor proposed in IPCC(2006)-11.24 was used.

$$EF_{leach} = 0.0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Der in IPCC(2006)-11.24 vorgeschlagene default-Emissionsfaktor wurde benutzt.

$$EF_{leach} = 0,0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Uncertainty of emission factors

For the emission factor in IPCC(2006)-11.24 gives a range of one order of magnitude downwards and a factor of three upwards. For error propagation considerations, an uncertainty of 300 % seems justified. Distribution lognormal.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Der Emissionsfaktor wird bei IPCC(2006)-11.24 mit einem Bereich von je einer Größenordnung nach unten und dem Dreifachen nach oben angegeben. Für Fehlerrechnungen wird ein Fehler von 300 % angenommen. Verteilung lognormal.

12.5.3 Intercomparison of additional information regarding N₂O emissions with those in neighbouring countries / Vergleich von zusätzlichen Informationen zu N₂O-Emissionen mit denen benachbarter Staaten

The German inventory for 2007 makes use of the IPCC(2006) default values. Almost all other countries report the 2006 inventories using the default data of IPCC(1996).

Während im vorliegenden Inventar die default-Emissionsfaktoren von IPCC(2006) verwendet werden, wird in den Inventaren der Nachbarstaaten für das Vorjahr nahezu ausnahmslos auf IPCC(1996) zurück gegriffen.

Table 12.4: Soils, intercomparison of N₂O emission factors (submission 2008)

	IEF_{N_2O, min_fert} in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$IEF_{N_2O, manure}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$IEF_{N_2O, legumes}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$IEF_{N_2O, crop\_residues}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$IEF_{N_2O, grazing}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$IEF_{N_2O, deposition}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$IEF_{N_2O, leaching}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N
Austria	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0125	0.0200
Belgium	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Czech Republic	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Denmark	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Germany	0.0100	0.0100	0.0000	0.0100	0.0200	0.0100	0.0075
France	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Netherlands	0.0102	0.0200	0.0100	0.0100	0.0165	0.0100	0.0250
Poland	0.0089	0.0100	0.0100	0.0100	0.0200	0.0100	0.0250
Switzerland	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
United Kingdom	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250

Source: EMEP (2008), calculated from original data supplied

12.5.4 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 12.5: Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	NH ₃ , legumes	EM1002.01	
		N ₂ O, legumes	EM1002.04	
		NO, legumes	EM1002.11	
		NH ₃ , animal grazing	EM1002.02	
		N ₂ O, animal grazing	EM1002.05	
		NO, animal grazing	EM1002.12	
		N ₂ O, crop residues	EM1002.06	
		NO, crop residues	EM1002.13	
		N ₂ O, indirect, deposition	EM1002.07	
Activity data	Aktivitäten	N ₂ O, indirect, leaching	EM1002.08	
		areas and yields, arable and grassland	AC1002.01	AC1002.121
		N fixed by legumes	AC1002.122	
		N inputs grazing	AC1002.123	AC1002.125
		N in crop residues	AC1002.126	
		N deposited	AC1002.127	
Emission factors	Emissionsfaktoren	N input liable to leaching	AC1002.128	AC1002.131
		NH ₃ , legumes	IEF1002.01	
		N ₂ O, legumes	IEF1002.03	
		NO, legumes	IEF1002.08	
		NH ₃ , animal grazing	IEF1002.02	
		N ₂ O, animal grazing	IEF1002.04	
		NO, animal grazing	IEF1002.09	
		N ₂ O, crop residues	IEF1002.05	
		NO, crop residues	IEF1002.10	
Additional information	zusätzliche Informationen	N ₂ O, indirect, deposition	IEF1002.06	
		N ₂ O, indirect, leaching	IEF1002.07	
			AI1002.01	AI1002.04

13 Pesticides and Limestone / Pestizide und Düngerkalk

13.1 Pesticides / Pestizide

Pesticides are taken into consideration as a consequence of the POPs protocol. Only the emissions of a limited number of pesticides have to be reported.

Pestizide werden unter dem Gesichtspunkt des POPs-Protokolls erfasst. Dabei sind nur die Emissionen ausgewählter Pestizide berichtspflichtig.

13.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Instead of the amounts applied, the amounts sold in Germany are used as activities.

Anstelle der ausgebrachten Mengen werden die in Deutschland verkauften Mengen als Aktivitäten angesehen.

Quantities sold:

Amounts were communicated by Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), Institute for Technology Assessment in Plant Protection, Klein Machnow.

Verkaufte Produktmengen:

Die Mengen sind Angaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Folgenabschätzungen im Pflanzenschutz, Klein-Machnow.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Activity data are communicated voluntarily by the producers. Uncertainties are not reported. In this inventory, 10 % are assumed with a normal distribution.

Uncertainty of activity data

Die Angaben basieren auf freiwilligen Mitteilungen der Produzenten. Unsicherheiten werden nicht angegeben. Angenommen werden 10 %, normal verteilt.

13.1.2 Assessment of pesticide emissions / Bestimmung der Pestizid-Emissionen

13.1.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Emissions are directly related to the amounts applied. Emission factors depend on the vapour pressure of the respective compounds and are classified accordingly.

Die Emissionen werden direkt auf die ausgebrachten Mengen bezogen. Die Emissionsfaktoren sind dampfdruckabhängig und werden entsprechend klassiert.

$$E_{\text{pest}} = \sum_i m_{\text{pest}, i} \cdot EF_{\text{pest}, i} \quad (13.1)$$

where

E_{pest}	total emission of pesticides (in Mg a ⁻¹)
m_{pest}	mass of individual pesticide applied (Mg a ⁻¹)
EF_{pest}	emission factor for individual pesticide (kg kg ⁻¹)

13.1.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The methodology described in EMEP(2003)-B1060-3 uses the emission factors listed in Table 13.1.

Das bei EMEP(2003)-B1060-3 beschriebene Verfahren benutzt die in Table 13.1 genannten Emissionsfaktoren.

Table 13.1: Pesticides, emission factors

Pesticide	Type	EF_{pest} [kg kg ⁻¹]
Aldrin	insecticide	0.50
Chlordane	insecticide	0.95
DDT	insecticide	0.05
Dieldrin	insecticide	0.15
Endrin	insecticide	0.05
Heptachlor	insecticide	0.95
HCB (hexachlorobenzene)	fungicide	0.50
Mirex	insecticide	0.15
Toxaphene	insecticide	0.15
PCP (pentachlorophenol)	fungicide	0.95
Lindane	insecticide	0.50

Uncertainty of emission factors

EMEP(2003)-B-1060-8 suggests an uncertainty of 200 to 500 %. 300 %; a normal distribution seems to be adequate.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2003)-B-1060-8 schlägt vor, eine Unsicherheit von 200 bis 500 % anzunehmen. Wir schlagen 300 % und Normalverteilung vor.

13.2 Limestone / Düngerkalk

Limestone comprises the carbonates of calcium and magnesium either as pure substances or as additives.

Lime as CaCO_3 is also contained in calcium ammonium nitrate. The amounts sold of this fertiliser are included accordingly.

Düngerkalk umfasst alle Carbonate von Calcium und Magnesium als reine Stoffe oder als Beimengungen.

Düngerkalk im Sinne dieses Inventars sind deshalb auch die CaCO_3 -Mengen in Kalkammonsalpeter. Sie werden ebenfalls erfasst.

13.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Activities are the quantities sold as reported in official statistics in StatBA FS 4, R 8.2, for each year.

All liming agents including magnesium carbonate are reported as CaO in the German statistics.

For the period from 1990 to 1993, the only data available for the New Länder was the total of limestone sold in 1990, given as CaO (Statistisches Bundesamt, 1993). The annual amounts for 1991 to 1993 are expert guesses. The detailed distribution data for 1994 were used to assign subtotals to the New Länder (Brandenburg: 30 %, Mecklenburg-Vorpommern: 20 %, Sachsen-Anhalt: 14 %, Sachsen: 25 %, Thüringen: 6 %).

The results are listed in Table 13.2.

Als Aktivität wird die verkaufte Produktmenge nach StatBA FS 4, R 8.2, für jedes Jahr angenommen.

In der deutschen Statistik werden alle kalkhaltigen Dünger und Magnesiumcarbonate als CaO berichtet.

Für die Jahre 1990 bis 1993 lagen für die Neuen Bundesländer Angaben über Düngemittel nur als Summe der verkauften Düngerkalk-Mengen, angegeben als CaO, für das Jahr 1990 vor (Statistisches Bundesamt, 1993). Die jährlichen Verbrauchsmengen für 1991 bis 1993 wurden geschätzt. Die auf die einzelnen Bundesländer entfallenden Teilmengen wurden anhand eines Schlüssels berechnet, der aus den Verteilungen nach 1994 gewonnen wurde (Brandenburg: 30 %, Mecklenburg-Vorpommern: 20 %, Sachsen-Anhalt: 14 %, Sachsen: 25 %, Thüringen: 6 %).

Die Ergebnisse sind in Table 13.2 zusammengestellt.

Table 13.2: Lime, distribution of the amounts of lime in the New Länder (in Mg CaO).
Bold numbers: estimates in accordance with Umweltbundesamt

Year	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern	Sachsen-Anhalt	Sachsen	Thüringen
1990	430500	287000	215250	358750	143500
1991	210000	140000	105000	175000	70000
1992	90000	60000	45000	75000	30000
1993	90000	60000	45000	75000	30000
1994	103448	51000	37947	68926	16236

Uncertainty of activity data

There are no data concerning the uncertainty. 5 % are assumed with a normal distribution.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Angaben zu Unsicherheiten existieren nicht. Annahme: 5 % bei normaler Verteilung.

13.2.2 Assessment of carbon dioxide emissions / Bestimmung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen

13.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

The calculation procedure assesses the long-term release of CO_2 according to the stoichiometric fraction.

Das Rechenverfahren bestimmt mit Hilfe der stöchiometrischen Rechnung die langfristig freigesetzte CO_2 -Menge.

$$E_{\text{lime}} = \sum_i m_{\text{lime},i} \cdot EF_{\text{lime},i} \quad (13.2)$$

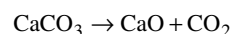
where

E_{lime} total emission of C or CO₂ from liming (in Mg a⁻¹)
 m_{lime} mass of individual liming agent applied (Mg a⁻¹)
 EF_{lime} emission factor (carbon conversion factor) for individual liming agent (kg kg⁻¹)

13.2.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The procedure given in EMEP(2003)-B1060-6 is also the best approach possible.

In Germany, the relevant activities are reported as CaO. According to the formal relation



an emission factor $EF_{\text{CaO}} = 44/56$ can be deduced.

Die CO₂ emissions from calcium ammonium nitrate are calculated assuming that the CaCO₃ content is 0.40 kg kg⁻¹.

Das bei EMEP(2003)-B1060-6 angegebene Verfahren ist gleichzeitig das bestmögliche Verfahren

In Deutschland werden die relevanten Mengen als CaO angegeben. Nach der formalen Beziehung

lässt sich ein Emissionsfaktor EF_{CaO} von 44/56 ermitteln.

Die CO₂-Emissionen aus Kalkammonsalpeter werden in der Annahme berechnet, dass der Gewichtsanteil von CaCO₃ etwa 0,40 kg kg⁻¹ beträgt.

Uncertainty of emission factor

By definition, the emission factor is exact.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Der Emissionsfaktor ist per Definition exakt.

13.2.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 13.3: Pesticides and liming, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	NMVOC, pesticides CO ₂ , liming	EM1006.01 EM1006.02	EM1006.03
Activity data	Aktivitäten	NMVOC, pesticides CO ₂ , liming	AC1006.01 AC1006.02	AC1006.04
Emission factors	Emissionsfaktoren	NMVOC, pesticides CO ₂ , liming	-- --	
Additional information	zusätzliche Informationen		..	

14 Calculation of entities used as additional information / Berechnung von Größen, die als zusätzliche Informationen benötigt werden

14.1 Fractions / Verhältniszahlen

14.1.1 Fraction of crop residue burned ($Frac_{BURN}$) / Anteil der Ernterückstände, die auf dem Feld verbrannt werden ($Frac_{BURN}$)

Burning of crop residues is allowed in a very limited number of cases (see Chapter 4.3). However, the amounts are unseizable. In any case, they are considered to be negligible.

Das Verbrennen von Ernterückständen ist in Deutschland nur in Ausnahmefällen erlaubt (vgl. Kapitel 4.3). Die Mengen sind nicht erfassbar und werden als vernachlässigbar angesehen.

14.1.2 Fraction of livestock N excretion in excrements burned for fuel ($Frac_{FUEL}$) / Anteil der tierischen N-Ausscheidungen in Dung, der als Heizmaterial dient ($Frac_{FUEL}$)

In Germany, dung is not used as fuel.

Die Nutzung von Dung als Brennstoff wird in Deutschland nicht praktiziert.

14.1.3 Fraction of synthetic fertiliser N applied to soils that volatilises as NH_3 and NO_x ($Frac_{GASF}$) / Anteil der N-Menge, die vor und bei der Ausbringung von Mineraldüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($Frac_{GASF}$)

Gaseous losses from the application of mineral fertilisers are described in Chapter 11.1. The ratio emitted is depending on the type of fertiliser, the system fertilised, and the relevant temperature. Thus, $Frac_{GASF}$ is not a constant.

In this inventory, the amounts of N which are liable to form N_2O , are calculated using the following equations (for details see Chapter 11.1.2):

Die gasförmigen N-Verluste bei der Anwendung von Mineraldüngern sind in Kapitel 11.1 beschrieben. Ihr Ausmaß ist abhängig von der Art des Düngers, dem gedüngten System und der Temperatur. $Frac_{GASF}$ ist deshalb keine Konstante.

In diesem Inventar werden die N-Mengen, die für die Bildung von N_2O verfügbar sind, wie folgt berechnet (vgl. Kapitel 11.1.2):

$$E_{N_2O, \text{ fert}} = (m_{\text{fert}} - E_{NH_3, \text{ fert}} - E_{NO, \text{ fert}}) \cdot EF_{\text{fert}, N_2O} \cdot \gamma_{N_2O} \quad (14.1)$$

$$E_{NH_3, \text{ fert}} = \sum m_{\text{fert}, i, j} \cdot EF_{NH_3, \text{ fert}, i, j} \cdot \gamma_{NH_3} \quad (14.2)$$

$$E_{NO, \text{ fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{NO, \text{ fert}} \cdot \gamma_{NO} \quad (14.3)$$

where

$E_{N_2O, \text{ fert}}$	emission flux of N_2O directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in $Gg \text{ a}^{-1} N_2O$)
$m_{\text{fert}, i}$	amount of N applied with mineral fertiliser type i (in $Gg \text{ a}^{-1} N$)
$E_{NH_3, \text{ fert}}$	emission flux of NH_3 directly emitted from soils (application of mineral fertiliser i to a crop or pasture j) (in $Gg \text{ a}^{-1} NH_3-N$)
$E_{NO, \text{ fert}}$	emission flux of NO directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in $Gg \text{ a}^{-1} NO-N$)
$EF_{N_2O, \text{ fert}}$	emission factor for N_2O emissions from mineral fertilisers ($EF_{N_2O, \text{ fert}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} N$)
$EF_{NH_3, \text{ fert}, i, j}$	emission factor for NH_3 emissions from mineral fertilisers (application of mineral fertiliser i to a crop or pasture j) (in $kg \text{ kg}^{-1} NH_3$)
γ_{NH_3}	mass conversion factor ($\gamma_{NH_3} = 17/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{NO, \text{ fert}}$	emission factor for NO emissions from mineral fertilisers ($EF_{NO, \text{ fert}} = 0.007 \text{ kg kg}^{-1} N$)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{NO} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

$Frac_{GASF}$ is then calculated as:

Der Anteil $Frac_{GASF}$ berechnet sich dann zu:

$$Frac_{GASF} = \frac{m_{fert} - E_{NH_3, fert} - E_{NO, fert}}{m_{fert}} \quad (14.4)$$

where

$Frac_{GASF}$	fraction of synthetic fertiliser N applied to soils that volatilises as NH_3 and NO_x (in $kg\ kg^{-1}$)
$m_{fert, i}$	amount of N applied with mineral fertilisers (in $Gg\ a^{-1}\ N$)
$E_{NH_3, fert}$	emission flux of NH_3 directly emitted from soils (application of mineral fertiliser i to a crop or pasture j) (in $Gg\ a^{-1}\ NH_3-N$)
$E_{NO, fert}$	emission flux of NO directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in $Gg\ a^{-1}\ NO-N$)

14.1.4 Fraction of livestock N excretion that volatilises as NH_3 and NO_x ($Frac_{GASM}$) / Anteil der N-Menge, die vor und bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($Frac_{GASM}$)

The amounts of N contained in animal manures returned to soil and which potentially react to N_2O , are calculated for each animal category using the mass flow approach described in Chapter 4.9. The fractions of NH_3 , NO, N_2O and N_2 emitted in the house, during storage and application are not constant. Thus, $Frac_{GASM}$ is not a constant either.

In this inventory, the fraction of N liable to the formation of N_2O is calculated using the following equation (for details see Chapters on livestock production for each animal category):

Die N-Mengen, die nach der Anwendung von Wirtschaftsdüngern für die N_2O -Bildung verfügbar sind, werden für jede Tierkategorie mit Hilfe des in Kapitel 4.9 ausführlich beschriebenen Massenfluss-Verfahrens berechnet. Sie berücksichtigen die ausgeschiedenen N-Mengen und die im Stall, im Lager und bei der Ausbringung auftretenden Verluste an NH_3 , NO, N_2O und N_2 . $Frac_{GASM}$ ist deshalb keine Konstante.

In diesem Inventar werden die N-Anteile, die für die Bildung von N_2O verfügbar sind, wie folgt berechnet (vgl. Kapitel zur Tierproduktion für jede Tierkategorie):

$$Frac_{GASM} = \frac{m_{excr, house} - E_{NH_3, house} - (E_{NH_3, storage} + E_{N_2O, storage} + E_{NO, storage} + E_{N_2, storage}) - E_{NH_3, applic}}{m_{excr, house}} \quad (14.5)$$

where

$m_{excr, house}$	amount of nitrogen excreted in the animal house (in $Gg\ a^{-1}\ N$)
$E_{NH_3, house}$	emission flux of NH_3 from the animal house (in $Gg\ a^{-1}\ NH_3-N$)
$E_{NH_3, storage}$	emission flux of NH_3 from the manure storage (in $Gg\ a^{-1}\ NH_3-N$)
$E_{N_2O, storage}$	emission flux of N_2O from the manure storage (in $Gg\ a^{-1}\ N_2O-N$)
$E_{NO, storage}$	emission flux of NO from the manure storage (in $Gg\ a^{-1}\ NO-N$)
$E_{N_2, storage}$	emission flux of N_2 from the manure storage (in $Gg\ a^{-1}\ N$)
$E_{NH_3, applic}$	emission flux of NH_3 directly emitted during application of manure (in $Gg\ a^{-1}\ NH_3-N$)

14.1.5 Fraction of livestock N excreted and deposited onto soil during grazing ($Frac_{GRAZ}$) / Anteil des beim Weidegang ausgeschiedenen N an der Gesamtausscheidung von N ($Frac_{GRAZ}$)

$Frac_{GRAZ}$ is obtained using the following equation:

$Frac_{GRAZ}$ wird mit Hilfe der folgenden Beziehung berechnet:

$$Frac_{GRAZ} = \frac{m_{graz}}{m_{graz} + m_{yard} + m_{house}} \quad (14.6)$$

where

$Frac_{GRAZ}$	fraction of livestock N excreted and deposited onto soil during grazing
m_{graz}	amount of nitrogen excreted during grazing (in Gg a ⁻¹ N)
m_{yard}	amount of nitrogen excreted in yards (including milking parlour) (in Gg a ⁻¹ N)
m_{house}	amount of nitrogen excreted in the animal house (in Gg a ⁻¹ N)

14.1.6 Fraction of N input to soils that is lost through leaching and runoff ($Frac_{LEACH}$) / Anteil des N-Eintrags in Böden, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren wird ($Frac_{LEACH}$)

The amount of N liable to form N₂O after leaching of N returned to soil or by runoff of surface waters is estimated in this inventory using a constant default fraction $Frac_{LEACH} = 0.30 \text{ kg kg}^{-1}$ N in accordance with IPCC(2006)-11.21 f.

Der Anteil an N, der durch Auswaschung in die Böden eingetragenem N oder durch Oberflächenabfluss zur Bildung von N₂O verfügbar ist, wird in diesem Inventar nach IPCC(2006)-11.21 f mit einem festen Faktor $Frac_{LEACH} = 0.30 \text{ kg kg}^{-1}$ N geschätzt.

$$Frac_{LEACH} = \frac{m_{leach}}{m_{returned}} \quad (14.7)$$

where

$Frac_{LEACH}$	Fraction of N input to soils that is lost through leaching and runoff
m_{leach}	amount of nitrogen liable to N ₂ O formation after leaching and run-off (in Gg a ⁻¹ N)
$m_{returned}$	total amount of N input into soil (fertilisers, manure application, grazing, crop residues) (in Gg a ⁻¹ N)

14.1.7 Fraction of N in non-N-fixing crops ($Frac_{NCR0}$) / N-Anteil in Pflanzen außer Leguminosen ($Frac_{NCR0}$)

$Frac_{NCR0}$ is the fraction of nitrogen in non-N fixing plants without those parts which are removed from the field as crop product. It is calculated as weighted mean for cereals, rape, sugar and fodder beets, potatoes, grass and horticultural crops excluding peas and beans.

$Frac_{NCR0}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von nicht-N-fixierenden Pflanzen ohne Berücksichtigung der Ernteprodukte. Er wird als gewichtetes Mittel für Getreide, Raps, Zucker- und Futterrüben, Kartoffel, Gras und Gemüse ohne Erbsen und Bohnen ermittelt.

$$Frac_{NCR0} = \frac{Frac_{NCR0, AC} \cdot m_{AC} + Frac_{NCR, HC} \cdot m_{HC}}{m_{AC} + m_{HC}} \quad (14.8)$$

$$Frac_{NCR0, AC} = \frac{\sum A_i \cdot y_i \cdot x_{DM, i} \cdot (a_{above, i} \cdot x_{N, above, i} + a_{below, i} \cdot x_{N, below, i})}{\sum A_i \cdot y_i \cdot x_{DM, i} \cdot (a_{above, i} + a_{below, i})} \quad (14.9)$$

$$Frac_{NCR0, HC} = \frac{\sum A_j \cdot y_j \cdot (a_i \cdot x_{N, j} + a_j \cdot x_{N, j} \cdot \delta_{HC} + x_{N, yield, j} \cdot \delta_{HC})}{\sum A_j \cdot y_j \cdot (a_j + a_j \cdot \delta_{HC} + \delta_{HC})} \quad (14.10)$$

where

$Frac_{NCR0}$	fraction of N in non-N-fixing agricultural and horticultural crops (in in kg kg ⁻¹)
$Frac_{NCR0, AC}$	fraction of N in non-N-fixing agricultural crops (in in kg kg ⁻¹)
$Frac_{NCR0, HC}$	fraction of N in non-N-fixing horticultural crops (in in kg kg ⁻¹)
m_{AC}	total mass of agricultural crops

m_{HC}	total mass of horticultural crops
i	running index for agricultural crops
j	running index for horticultural crops
A_i	area covered by crop i (in ha)
y_i	yield of crop i (in kg ha ⁻¹)
$x_{DM, i}$	dry matter content of crop i (in kg kg ⁻¹)
$a_{above, i}$	ratio of above ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, above, i}$	N content of above ground residues of crop i (in kg kg ⁻¹ N)
$a_{below, i}$	ratio of below ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, below, i}$	N content of below ground residues of crop i (in kg kg ⁻¹ N)
a_j	ratio of crop residues to crop yield of crop j (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, j}$	N content of crop residues of crop j (in kg kg ⁻¹ N)
$x_{N, yield, j}$	N content of normally harvested parts of crop j (in kg kg ⁻¹ N)
δ_{HC}	not harvested horticultural crops factor ($\delta_{HC} = 20/80$ kg kg ⁻¹)

The relevant areas and yields are reported in the official statistics. All other parameters needed are listed in Table 12.2 and Table 12.3.

Flächen und Erträge werden dabei der amtlichen Statistik entnommen, alle anderen wesentlichen Größen sind in Table 12.2 und Table 12.3 aufgelistet.

14.1.8 Fraction of N in N-fixing crops ($Frac_{NCRBF}$) / N-Anteil in Leguminosen ($Frac_{NCRBF}$)

$Frac_{NCRNF}$ is the fraction of nitrogen in N fixing plants without those parts which are removed from the field as crop product. It is calculated as weighted mean for legumes. Here, peas, broad beans, lupines, clover and clover-grass/clover-alfalfa mixtures, alfalfa, horticultural peas, French beans and runner beans are considered. The calculation procedure equals that described in Chapter 14.1.7. The same data source is used.

$Frac_{NCRBF}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von N-fixierenden Pflanzen. Er wird als gewichtetes Mittel für Leguminosen berechnet. Berücksichtigt werden Futtererbsen, Ackerbohnen, Gelblupinen, Klee, kleehaltige Gemische, Luzerne, Gemüseerbsen, Buschbohnen und Stangenbohnen. Das Rechenverfahren entspricht dem in Kapitel 14.1.7 beschrieben, ebenso die Herkunft der benötigten Daten.

14.1.9 Fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product ($Frac_{Remove}$) / Anteil der oberirdischen Biomasse, der als Ernteprodukt abgefahren wird ($Frac_{Remove}$)

The calculation of $Frac_{Remove}$ is not described unambiguously in the underlying IPCC guidance documents: IPCC(2006)-11.15 does not give a calculation procedure.

CRF Table 4.D gives an inconsistent explanation. However, CRF Table 4.Ds2 contains the reasonable information "Fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product". This serves as a basis for the calculation performed here.

The fraction mentioned can be assessed reasonably for those crops of which above ground crop products are removed. This inventory calculates $Frac_{Remove}$ for cereals, rape, peas, beans, lupines, grass and ignores root crops and horticultural crops, the latter due to insufficient data.

For the assessment of N₂O emissions from crop residues, the amounts of straw used as bedding have to be taken into account. They are

Die Berechnung von $Frac_{Remove}$ nach IPCC(2006)-11.15 ist nicht eindeutig beschrieben oder nicht unmittelbar einsichtig.

Die CRF-Tabelle 4.D gibt eine widersprüchliche Erklärung. Lediglich die aktuelle CRF-Tabelle 4.Ds2 gibt als sinnvolle Rechenvorschrift „den Anteil der oberirdischen Biomasse, die als Erntegut abgefahren wird“ an.

Dieser Anteil lässt sich für diejenigen Feldfrüchte sinnvoll bestimmen, die oberirdische Früchte ausbilden. $Frac_{Remove}$ wird in diesem Inventar für Getreide, Raps, Erbsen, Bohnen, Lupinen und Gräser berechnet. Hackfrüchte und Gemüse werden nicht berücksichtigt, letztere wegen unzureichender Datengrundlage.

Bei der Berechnung der N₂O-Emissionen aus Ernterückständen werden die Strohmenngen, die als Einstreu dienen, berücksichtigt. Sie werden für jedes strohgebundene Verfahren berechnet.

quantified for each straw based system as described in the chapters on livestock production. However, these amounts are not considered as crop products.

Einzelheiten sind für jede Tierkategorie in den Kapiteln zur Tierproduktion aufgeführt. Diese Mengen werden nicht als Ernteprodukte bewertet.

$$Frac_{Remove} = Frac_R = \frac{\sum A_i \cdot y_i \cdot x_{DM,i}}{\sum A_i \cdot y_i \cdot x_{DM,i} \cdot (1 + a_{above,i})} \quad (14.11)$$

where

$Frac_{Remove}$	fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product
i	running index for agricultural crops
A_i	area covered by crop i (in ha)
y_i	yield of crop i (in kg ha ⁻¹)
$x_{DM,i}$	dry matter content of crop i (in kg kg ⁻¹)
$a_{above,i}$	ratio of above ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)

14.2 Tables volume: tables related to chapters 14.1.1 to 14.1.9/ Tabellenband: Tabellen zu den Kapiteln 14.1.1 to 14.1.9

$Frac_{GASF}$	AI1001.01	$Frac_{GASF}$	AI1001.01
$Frac_{GASM}$	AI1001.02	$Frac_{GASM}$	AI1001.02
$Frac_{GRAZ}$	AI1001.03	$Frac_{GRAZ}$	AI1001.03
$Frac_{LEACH}$	AI1002.01	$Frac_{LEACH}$	AI1002.01
$Frac_{NCR0}$	AI1002.02	$Frac_{NCR0}$	AI1002.02
$Frac_{NCRBF}$	AI1002.03	$Frac_{NCRBF}$	AI1002.03
$Frac_R$	AI1002.04	$Frac_R$	AI1002.04

14.3 Intercomparison of additional information regarding N₂O emissions with those in neighbouring countries / Vergleich von zusätzlichen Informationen zu N₂O-Emissionen mit denen benachbarter Staaten

Table 14.1: N₂O emissions, intercomparison of fractions explaining direct and indirect emissions (submission 2007)

	$Frac_{GASF}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{GASM}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{GRAZ}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{LEACH}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{NCR0}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{NCRBF}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{Remove}$ in kg kg ⁻¹
Austria	0.03	0.20	0.14	0.30	0.01	0.02	0.34
Belgium	0.16	0.34	0.13				
Czech Republic	0.10	0.20	0.14	0.30	0.02	0.03	0.15
Denmark	0.02	0.21	0.11	0.34			0.23
Germany	0.055	0.28	0.12	0.30	0.073	0.011	0.57
France	0.10	0.20	0.42	0.30		0.03	
Netherlands							
Poland							
Switzerland	0.07	0.33	0.13	0.20	0.01	0.02	0.38
United Kingdom	0.10	0.20	0.52	0.30	0.02	0.03	0.45
IPCC(1996)-4.94	0.10	0.20		0.30	0.015	0.03	
IPCC(2006)-11.24							

Source: UNFCCC (2007), Table 4.Ds2

In Table 14.1 the fractions $Frac_{GASF}$, $Frac_{GASM}$, $Frac_{GRAZ}$, $Frac_{LEACH}$, $Frac_{NCR0}$,

In Table 14.1 sind die für Deutschland ermittelten Anteile $Frac_{GASF}$, $Frac_{GASM}$, $Frac_{GRAZ}$,

$Frac_{NCRBF}$ and $Frac_{Remove}$ obtained for Germany are compared with those reported for adjoining countries and countries, whose agricultural practice can be compared to German conditions.

The scatter in $Frac_{GASF}$ can be related to the use of urea. However, data on the frequency distribution of the application of the various mineral fertilisers are not available.

For crop residues (non fixing crops), the detailed calculation to deduce $Frac_{NCRBF}$ resulted in a comparatively small value.

The scatter for $Frac_{Remove}$ is attributed to differences in the interpretation of the guidance documents.

$Frac_{LEACH}$, $Frac_{NCR0}$, $Frac_{NCRBF}$ und $Frac_{Remove}$ den Ergebnissen solcher Staaten, die benachbart sind oder deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, gegenüber gestellt.

Die Streuung bei $Frac_{GASF}$ kann auf unterschiedliche Anteile von Harnstoff zurück geführt werden. Die Beurteilung setzt dann die Verteilung der Düngermengen auf einzelne Sorten voraus.

Bei den Ernterückständen außer Leguminosen $Frac_{NCRBF}$ hat dieses Inventar einen Wert deutlich unter dem default-Wert ergeben.

Die Streuung von $Frac_{Remove}$ wird auf unterschiedlich interpretierte Rechenweisen zurückgeführt.

15 Future improvements / Geplante Verbesserungen

Future modifications presuppose the availability of the respective resources.

Zukünftige Verbesserungen setzen die Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen voraus.

15.1 Improvements in the description of animal husbandry / Verbesserungen im Bereich Tierhaltung

A programme to gradually replace default values by German national values has been launched. Emphasis is put on the improvement of the description of cattle and pigs.

First of all the following subjects will be dealt with:

- generation of experimental data sets for the improvement of emissions factors describing animal houses and storage facilities (all species)
- improvement of the VS and N excretion models of dairy cows, closer coupling of the C and N flux models
- improvement of the data describing the frequency distribution of housing, storage and application techniques by direct inquiry (official census)
- updating of the calculation procedures for weaners and fattening pigs

Ein Programm zur schrittweisen Umstellung der Beschreibungen von default-Daten auf nationale Daten wurde begonnen. Schwerpunkt ist die Verbesserung der Beschreibung von Rindern und Schweinen.

Zunächst sollen die folgenden Themen bearbeitet werden:

- Erzeugung experimenteller Daten zur Verbesserung der Emissionsfaktoren für Ställe und Lager (alle Spezies)
- Verbesserung des Modells der VS- und N-Ausscheidung bei Milchkühen, engere Kopplung von C- und N-Flussmodellen
- Verbesserung der Daten zur Häufigkeitsverteilung von Haltungsv erfahren, Lager- und Ausbringungstechniken durch Aufnahme entsprechender Fragen in die amtliche Tierzählung
- Aktualisierung der Rechenverfahren für Aufzuchtferkel und Mastschweine

15.2 Improvements in the description of emissions from crops, grassland and arable land / Verbesserungen im Bereich landwirtschaftlicher Nutzpflanzen, Grünland und Ackerland

- Disaggregation in time of NH_3 emissions from the application of mineral fertiliser and manure application aiming at a resolution of months
- Completion of reporting on emissions of NMVOC from plants using the findings documented in MAFF (2001).
- Development of tools to reconstruct the time series of activity data and emission factors describing horticulture
- zeitliche Disaggregation für NH_3 -Emissionen aus der Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngeranwendung mit dem Ziel der Auflösung von Monaten
- Vervollständigung des Berichts der Emissionen von NMVOC aus Pflanzenbeständen im Hinblick auf die bei MAFF (2001) dokumentierten Erkenntnisse
- Entwicklung von Werkzeugen zur Rekonstruktion der Zeitreihen für Aktivitäten und Emissionsfaktoren im Gemüsebau

16 Additional information / Zusatzinformationen

16.1 The Assessment of Air Temperatures Relevant to Emission Inventories / Die Erfassung relevanter Lufttemperaturen für Emissionsinventare

16.1.1 The significance of up-to-date air temperature data / Die Bedeutung von aktuellen Lufttemperaturdaten

Both the state of equilibria in chemistry and biology as well as the velocities with which they are attained, are temperature dependent. In particular this applies to the state of chemical equilibria (van't Hoff's equation), the vapour pressure of solutions (Clausius-Clapeyron equation) and rate constants of chemical reactions (Arrhenius equation). Physiological activities of living organisms are linked to certain temperature ranges, in which they exhibit an activity optimum.

Inevitably, all emission processes have to be temperature dependent. For several emission factors temperature ranges are given in which they have to be applied (e.g. mineral fertiliser application, manure storage and spreading). In some cases soil surface temperatures may be relevant, in other cases temperatures inside a slurry store or a manure heap. However, these temperatures cannot be recorded on a broader scale. Therefore it seems convenient to use air temperatures as surrogate data; for mineral fertiliser applications a mean spring air temperature is used as measure, for slurry and manure storage mean annual air temperatures.

Mean air temperatures have increased during the past decades to such an extent that the use of historic climate maps without corrections is thought to be inadequate for the determination of relevant temperatures (e. g. Mayer et al. 2005).

Mean annual temperatures and mean spring temperatures of 1990 to 2007 are higher than the values of 1961 to 1990 by 0.9 °C or 1.1 °C, respectively (Table 16.1) (expert judgement Löpmeier, DWD; in accordance with Mayer et al., 2005).

With respect to the establishment of emission inventories with a comparatively high resolution in time and space (months, rural districts), maps of the mean air temperature based upon measurements of the years 1961 to 1990, were corrected by adding these values.

Die Lage von Gleichgewichten in Chemie und Biologie sowie die Geschwindigkeiten, mit denen sie sich einstellen, sind temperaturabhängig. Hierzu zählen insbesondere die Lage chemischer Gleichgewichte (van't-Hoff-Gleichung), Dampfdrücke von Lösungen (Clausius-Clapeyron-Gleichung) und Umsetzungsraten bei chemischen Reaktionen (Arrhenius-Gleichung); Die physiologische Aktivität von Organismen ist an einen Temperaturbereich gebunden, in dem sie im Regelfall ein Aktivitätsoptimum besitzt.

Alle Emissionsvorgänge sind deshalb zwangsläufig temperaturabhängig. Für eine Reihe von Emissionsfaktoren gibt es demzufolge Temperaturbereiche, in denen sie anzuwenden sind (z.B. Mineraldünger-Anwendung, Wirtschaftsdünger-Lagerung und -Ausbringung). Maßgebliche Temperaturen sind dabei Bodenoberflächen-Temperaturen und die Temperaturen innerhalb von Gülle-Lagern oder Misthaufen. Da diese Temperaturen jedoch nicht flächendeckend erfasst werden, wird die Lufttemperatur als Hilfsgröße herangezogen, und zwar die Frühlings-Lufttemperatur bei der Mineraldünger-Anwendung und die mittlere Jahrestemperatur bei der Wirtschaftsdünger-Lagerung.

Die Steigerungen der mittleren Lufttemperaturen in den vergangenen Jahrzehnten ist so erheblich, dass die Anwendung von älteren Klimakarten ohne Korrekturen zur Bestimmung der relevanten Temperaturen als unzureichend angesehen wird (z. B. Mayer et al. 2005).

Laut Expertenurteil Löpmeier (DWD) liegen die mittleren Jahres- und Frühlungstemperaturen der Jahre 1990 bis 2007 um 0,9 °C bzw. 1,1 °C über denen der Jahre 1961 bis 1990 (Table 16.1) (vgl. auch Mayer et al., 2005).

Im Hinblick auf die Herstellung von Emissionsinventaren mit einer hohen zeitlichen und örtlichen Auflösung (Monate, Landkreise) erschien es deshalb sinnvoll, Karten der mittleren Lufttemperatur, die auf Messwerten der Jahre 1961 bis 1990 basieren, durch die Addition dieser Werte zu korrigieren.

16.1.2 Assessment of the data required / Erzeugung der benötigten Daten

DWD (German Weather Service) kindly provided digital maps of the 30-years-mean monthly air temperatures based upon measurements in the years 1961 to 1990. These interpolated maps have a resolution of 1 x 1 km².

In order to generate mean annual temperatures for rural districts, initially the average of all 12 maps was calculated for each grid cell. Afterwards the average of all grid cells belonging to a rural district was taken as the mean annual temperature.

To take the increasing mean air temperatures during the last years into account 0.9 °C (expert judgement Löpmeier, Table 16.1) were added to the mean annual temperatures for each rural district.

For mean spring temperatures the same procedure was applied to the maps of the months March, April, and May. The correction value in this case was 1.1 °C (Table 16.1).

DWD (Deutscher Wetterdienst) stellte freundlicherweise für jeden Monat eine digitale Karte mit den 30jährigen Monatsmittelwerten der Lufttemperatur zur Verfügung. Die Karten beruhen auf Messungen der Jahre 1961 bis 1990, die mit einer Auflösung von 1 x 1 km² in die Fläche interpoliert sind.

Zur Erzeugung von Jahresmittelwerten auf Landkreisbasis wurde zunächst der Mittelwert aller 12 Karten für jede Rasterzelle berechnet. Anschließend wurde jedem Landkreis der Mittelwert der zu ihm gehörigen Rasterzellen zugeordnet.

Zu den Mittelwerten der Landkreise wurden dann 0,9 °C (Expertenurteil Löpmeier, Table 16.1) addiert, um die Steigerung der mittleren Lufttemperaturen in den letzten Jahren zu berücksichtigen.

Zur Erzeugung von Frühlingssmittelwerten auf Landkreisbasis wurde das gleiche Verfahren auf die Karten der Monate März, April und Mai angewendet. Als Korrekturwert wurde hier 1,1 °C verwendet (Table 16.1).

Table 16.1: Air temperatures in Germany 1961 – 1990 and 1990 – 2007 and correction values

	Year	March	April	May	Spring
Mean Temperature 1961 -1990	8.6 °C	3.9 °C	7.7 °C	12.4 °C	8,0 °C
Mean Temperature 1990 – 2007	9.5 °C	5.0 °C	8.9 °C	13.4 °C	9,1 °C
Difference	0.9 °C	1.1 °C	1.2 °C	1.0 °C	1.1 °C
Correction value	+ 0.9 °C				+ 1.1 °C

Source: expert judgement Löpmeier, DWD

The spatial distribution of annual and spring-time means of the air temperature in Germany is shown in Figure 16.1.

Die räumliche Verteilung von Jahresmittelwerten und Frühlingssmittelwerten in Deutschland zeigt Figure 16.1.

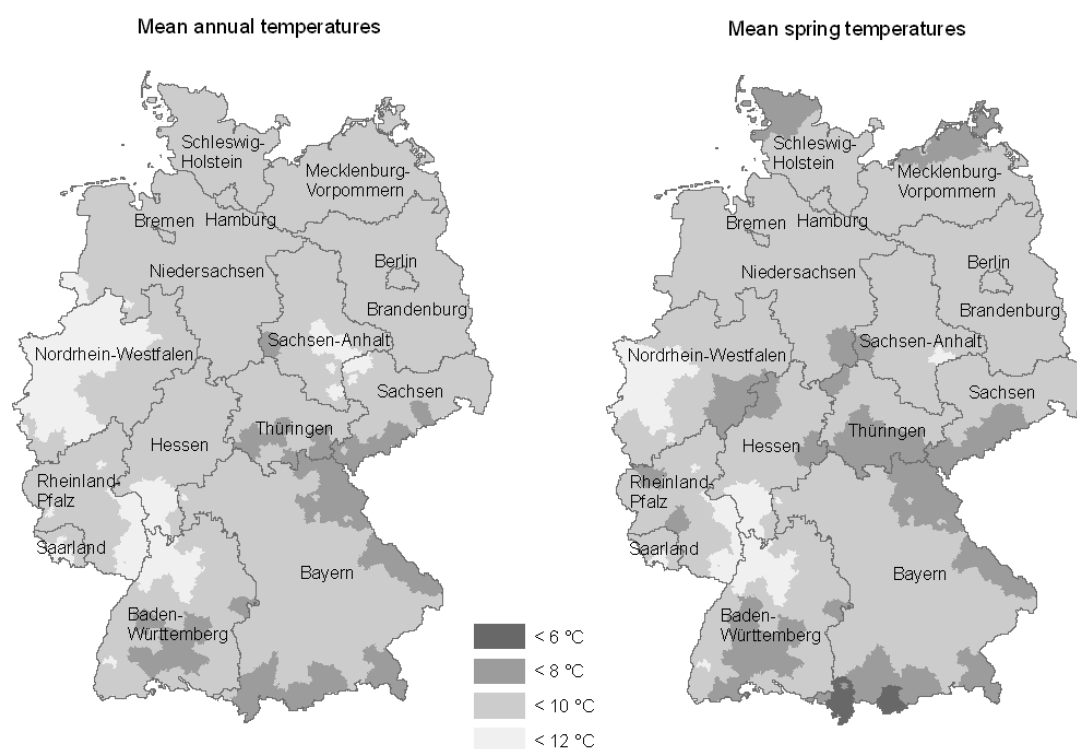


Figure 16.1 Air temperatures, map of annual and springtime means in Germany

16.2 RAUMIS

Data regarding the frequency distributions for feeding, 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 UmweltInformationSystem für Deutschland – regionalised information system for agriculture and environment in Germany), which is kept and developed at the Institute of Farm Economics and Rural Studies of FAL¹³.

The data used comprise

- the relevant national agricultural statistics (sector data and district data)
- data supplied by KTBL
- standard data describing production processes
- data resulting from the agricultural accounts
- special analysis concerning herd size frequency distributions performed by the Federal Ministry of Agriculture (BML)
- data obtained from surveys

Whenever statistical data are missing, expert judgements are used to establish the model.

The frequency distributions are calculated for those years where a general land use census (Bodennutzungshaupterhebung) is available, i.e. for 1991, 1995, 1999 and 2003. These distributions are applied to the preceding or subsequent years (1991 for 1990 to 1993; 1995 for 1994 to 1998; 1999 for 1999 to 2002; 2003 for 2003 to 2005).

The data describing animal numbers are founded on the agricultural census of 1992, with a resolution of districts. They were adjusted to district data resulting from the animal census of 1990 using correction factors.

In the New Länder, basic data describing districts in 1989 were corrected with respect to the situation in 1990¹⁴. In addition, all numbers were related to the district boundaries valid in 1999. We assume that the resulting error is acceptable, as most of the changes within the district reform in the years between 1993 and 1995 were mergers of smaller districts. At least these corrections result in a consistent time series concerning regional animal numbers.

Data concerning animal herd size distributions were based on the 1992 survey results

Die Daten zu den Häufigkeitsverteilungen für die Fütterung, von Haltungsformen (Anteile Weidehaltung / Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen), Lagerungsformen und Ausbringungstechniken (bei Wirtschaftsdüngern) wurden mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationSystem für Deutschland) gewonnen, das am Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume der FAL betrieben und weiterentwickelt wird¹³.

Datengrundlage sind

- die nationalen Fachstatistiken auf sektoraler und Kreisebene
- KTBL-Daten Normdaten zur Beschreibung der Produktionsverfahren
- Daten der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung
- Sonderauswertungen des Bundesministeriums für Landwirtschaft (BML) (Bestandsgrößenklassenverteilung)
- Befragungsdaten

Bei fehlenden statistischen Datengrundlagen wird Expertenwissen in die Modellformulierung einbezogen.

Die Häufigkeitsverteilungen werden alle vier Jahre im Rhythmus der Bodennutzungshaupterhebung (1991, 1995, 1999, 2003) berechnet. Diese Verteilungen werden für die unmittelbar vorangehenden bzw. folgenden Jahre als gültig angenommen (1991 für 1990 bis 1993; 1995 für 1994 bis 1998; 1999 für 1999 bis 2002; 2003 für 2003 bis 2005).

Die Daten zur Beschreibung der Umfänge der Tierbestände bauen auf der Tierzählung 1992 auf Kreisebene auf, mit Korrekturfaktoren wurden die Daten an die Tierzahlen der Länderstatistik 1990 angepasst.

In den Neuen Bundesländern wurden die Ausgangsdaten auf Kreisebene von 1989 zu den Beständen 1990¹⁴ korrigiert. Zudem wurden in den Neuen Bundesländern die Tierzahlen auf die aktuelle Kreisabgrenzung im Jahr 1999 umgerechnet. Dies dürfte, da in den Kreisreformen 1993-1995 vor allem kleinere Kreise zusammengelegt wurden, mit einem geringen, hinnehmbaren Fehler in der Regionalisierung der Tierbestände behaftet sein; die Ergebnisse in der Zeitreihe werden jedoch vergleichbarer.

Daten über Bestandsgrößenklassen auf Kreisebene stammen für Anfang der 1990er Jahre

¹³ For an introduction see Weingarten (1995), for a detailed description see Henrichsmeyer et al. (1996).

¹⁴ These data are part of the model system RAUMIS and are based on a comprehensive project to model agriculture in the New Länder.

(resolution: districts), those for the mid nineties on the 1996 census. For 1999 and the projections, district data from 1996 were used in connection with 1999 Länder data; assumptions were made for the development of animal numbers. (Although herd size distributions are part of the general census, they have not been analysed for districts).

A survey in districts assumed to be representative of whole regions (so-called model districts) supplied important details on the distribution of housing systems and manure management for the years 1990 and 2000.

For a comprehensive description of the data used see Döhler et al. (2002), Chapter 2.

Animal weights for the New Länder and 1990 were extrapolated from the data provided by the annual statistics published for the German Democratic Republic. As a Länder structure did not exist in the GDR, the data for administrative districts were used to establish Länder data "surrogates" as follows:

- Brandenburg: Frankfurt/Oder, Potsdam, Cottbus
- Mecklenburg-Vorpommern: Neubrandenburg, Rostock, Schwerin
- Sachsen: Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt
- Sachsen-Anhalt: Magdeburg, Halle
- Thüringen: Erfurt, Gera, Suhl

aus dem Jahr 1992, für Mitte der 1990er Jahre aus dem Jahr 1996. Für das Jahr 1999 und Projektionen wurden Kreisdaten aus 1996 verwendet und anhand der Werte auf Länderebene für 1999 mit Annahmen über die Bestandsentwicklung fortgeschrieben. (Die Bestandsgrößenklassen liegen aber eigentlich bei jeder Viehzählung als Totalerhebung vor, werden aber nicht mehr auf Kreisebene ausgewertet.)

Eine Befragung in Modellkreisen im Jahr 2000 diente der Erhebung wichtiger Daten zu Haltungsverfahren und zum Wirtschaftsdünger-Management für die Jahre 1990 und 2000.

Die detaillierte Beschreibung der Datengrundlage findet sich bei Döhler et al. (2002), Kapitel 2.

Daten für die Neuen Bundesländer (Tiergewichte) im Jahr 1990 wurden aus Daten der letzten verfügbaren statistischen Jahrbücher der Deutschen Demokratischen Republik extrapoliert. Dabei wurden für die Neuen Bundesländer die Mittelwerte der DDR-Bezirke wie folgt verwendet:

- Brandenburg: Frankfurt/Oder, Potsdam, Cottbus
- Mecklenburg-Vorpommern: Neubrandenburg, Rostock, Schwerin
- Sachsen: Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt
- Sachsen-Anhalt: Magdeburg, Halle
- Thüringen: Erfurt, Gera, Suhl

16.3 Completing of CRF tables (concordance) / Vervollständigung der CRF-Berichtstabellen (Konkordanz)

The structure of the German inventory follows the structure of the Atmospheric Emission Inventory Guidebook. The reporting structures and the reporting formats (CRF) deviate considerably from this.

Therefore, this chapter aims at the construction of a direct concordance between the reporting formats (CRF in particular) and the inventory: It relates each cell in the CRF tables with a chapter in this inventory and with the tables containing the relevant information. It also specifies the originator the type of the data used.

The concordance can be found in Table 16.2 to Table 16.20.

Comments to the subsequent Tables

Letters emphasized:

- *Bold letters:* data related to the category asked for in the respective table
- *Normal letters:* data related to subcategories which are needed to establish the information asked for in the respective category

Origin and type of data:

- *Official:* data of official statistics are used
- *Calculated:* aggregated data based on official data
- *Corrected:* data from official statistics have to be corrected or disaggregated in a way which differs from original statistics
- *Unofficial:* data which are supplied unofficially from ministries or associations
- *Variable:* entity varies in Germany with space and/or time
- *Constant:* entity does not vary in Germany with space and time (national constant)
- *Default:* default values as provided by IPCC Guidelines or the Atmospheric Emission Inventory Guidebook. When default values are used, they are not normally documented in tables.
- *Meaningless:* A number (mean) is not calculated as it is considered meaningless.

Other symbols

- *NO:* not occurring
- *NE:* not estimated

Der Aufbau dieses Inventars orientiert sich an den Strukturen des Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Die Strukturen der Berichte und CRF-Berichtstabellen weichen hiervon erheblich ab.

Ziel dieses Kapitels ist es, für jede Zelle des die landwirtschaftlichen Emissionen betreffenden Berichts (CRF-Tabellen) einen direkten Bezug zu dem die jeweilige Größe beschreibenden Kapitel in diesem Inventar zu geben, auf die entsprechende Tabelle im Tabellenteil hinzuweisen und die Datenherkunft zu charakterisieren.

Diese Bezüge sind in Table 16.2 bis Table 16.20 zusammengestellt.

Erläuterungen zu den nachfolgenden Tabellen

Hervorhebungen im Druck:

- *Fett gedruckt:* Daten zu der in der jeweiligen Tabelle gefragten Kategorie
- *Normal gedruckt:* Daten zu den Unterkategorien, deren Daten in die fett gedruckten Kategorie einfließen

Datenherkunft und Dateneigenschaften:

- *Official:* Daten der Officialstatistik werden verwendet
- *Calculated:* Aggregierter Wert aus offiziellen Daten
- *Corrected:* Daten der Officialstatistik werden korrigiert oder anders als in der Officialstatistik disaggregiert
- *Unofficial:* Daten wurden von Ministerien oder Verbänden bereitgestellt
- *Variable:* Größe variiert in Deutschland als Funktion des Ortes bzw. der Zeit
- *Constant:* Größe variiert in Deutschland nicht, (nationaler Wert)
- *Default:* Default-Werte aus IPCC Guidelines oder dem Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Wenn default-Werte eingesetzt wurden, wird im Normalfall keine Tabelle angelegt
- *Meaningless:* Der Wert (Mittelwert) wird nicht berechnet, da er bedeutungslos oder nicht aussagekräftig ist.

Weitere Symbole

- *NO:* nicht zutreffend („not occurring“)
- *NE:* nicht berechnet („not estimated“)

16.3.1 CRF Table 4.A: „Enteric Fermentation“ / CRF-Tabelle 4.A: „Enteric Fermentation“

16.3.1.1 Column B: “Population size” / Spalte B: “Größe der Population”

Data sources are the respective reports of the Federal Statistical Office (Statistisches Bundesamt) or the Statistical Offices of the Länder (Statistische Landesämter). Some data have to be corrected, others recalculated.

Die Angaben werden den Jahresberichten der Statistischen Landesämter und des Statistischen Bundesamtes entnommen, zum Teil aber in GAS-EM korrigiert oder umgerechnet.

Table 16.2: Information provided for CRF Table 4.A, Column B: Population size

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Origin of data	Table
Dairy cattle	Milchkühe	4.3.1.1	Official	AC1005.01
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.9.1.1	Calculated	AC1005.07
Calves	Kälber	4.4.1.1	Corrected	AC1005.02
Heifers	Färsen	4.5.1.1	Corrected	AC1005.03
Bulls	Mastbullen	4.6.1.1	Corrected	AC1005.04
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.1.1	Official	AC1005.05
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.1.1	Official	AC1005.06
Buffalo	Büffel	8.2.1.1	Unofficial	AC1005.38
Sheep	Schafe	6.2.1.1	Corrected	AC1005.18
Ewes	Mutterschafe	6.4.1.1	Official	AC1005.15
other adult sheep	andere erwachsene Schafe	6.4.1.1	Official	AC1005.16
Lambs	Lämmer	6.3.1.1	Corrected	AC1005.17
Goats	Ziegen	6.6.1.1	Unofficial	AC1005.20
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.1.1	Corrected	AC1005.23
Heavy horses	Großpferde	7.2.1.1	Corrected	AC1005.21
Light horses and ponys	Kleinpferde und Ponies	7.3.1.1	Corrected	AC1005.22
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine	5.7.1.1	Official	AC1005.13
Sows	Sauen	5.3.1.1	Official	AC1005.09
Weaners	Aufzuchtferkel	5.4.1.1	Corrected	AC1005.10
Fattening Pigs	Mastschweine	5.5.1.1	Corrected	AC1005.11
Boars	Eber	5.6.1.1	Official	AC1005.12
Poultry	Geflügel	10.7.1.1	Calculated	AC1005.36
Laying hens	Legehennen	9.3.1	Corrected	AC1005.26
Broilers	Masthähnchen	9.4.1.1	Official	AC1005.27
Pullets	Junghennen	9.5.1	Corrected	AC1005.29
Geese	Gänse	10.3.1	Official	AC1005.31
Ducks	Enten	10.4.1	Official	AC1005.32
Turkeys	Puten	10.5.1	Official	AC1005.33

16.3.1.2 Column C: “Average daily energy intake (GE) in MJ an⁻¹ d¹“ / Spalte C: „Mittlere tägliche Energieaufnahme (GE) in MJ an⁻¹ d¹“

In the chapters dealing with livestock production 4.4, GAS-EM uses data to describe the categories and subcategories as follows:

Angaben werden in GAS-EM, Kapitel zur Tierproduktion, für die einzelnen Kategorien bzw. Unterkategorien wie folgt gemacht:

Table 16.3: Information provided for CRF Table 4.A, Column C: Average daily energy intake (GE) in MJ an⁻¹ d⁻¹

Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	Animal category or subcategory	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Milchkühe	Dairy cows	4.3.2	Variable	AI1005CAT.18
Rinder ohne Milchkühe	Non-dairy cattle		Calculated	AI1005CAT.120
Kälber	Calves	4.4.2	Variable	AI1005CAT.38
Färsen	Heifers	4.5.2	Variable	AI1005CAT.55
Mastbullen	Bulls	4.6.2	Variable	AI1005CAT.72
Mutterkühe	Suckler cows	4.7.2	Constant	AI1005CAT.89
Zuchtbullen	Bulls (mature males)	4.8.2	Constant	AI1005CAT.105
Büffel	Buffalo		Default	--
Schafe	Sheep		Default	--
Ziegen	Goats		Default	--
Kamele und Lamas	Camels and Lamas	NO		--
Pferde	Horses		NE	--
Esel und Maultiere	Mules and Asses		NE	--
Schweine	Swine		Calculated	AI1005PSH.81
Sauen	Sows	5.3.2	Variable	AI1005PSH.15
Aufzuchtferkel	Weaners	5.4.2	Variable	AI1005PSH.32
Mastschweine	Fattening pigs	5.5.2	Variable	AI1005PSH.49
Eber	Boars	0	Constant	AI1005PSH.65
Geflügel	Poultry		NE	--

16.3.1.3 Column D: "CH₄ conversion rate in MJ MJ⁻¹" / Spalte D: „CH₄-Umwandlungsrate in MJ MJ⁻¹“

In the chapters dealing with livestock production 4.4, GAS-EM uses data to describe the categories and subcategories as follows:

Angaben werden in GAS-EM, Kapitel 4.4, für die einzelnen Kategorien bzw. Unterkategorien wie folgt gemacht:

Table 16.4: Information provided for CRF Table 4.A, Column D: CH₄ conversion rate in MJ MJ⁻¹

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.4.1	Variable	AI1005CAT.19
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe		Calculated	AI1005CAT.121
Calves	Kälber	4.4.4	Constant	AI1005CAT.39
Heifers	Färsen	4.5.4	Default	AI1005CAT.56
Bulls	Mastbullen	4.6.4	Default	AI1005CAT.73
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.4	Default	AI1005CAT.90
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.4	Default	AI1005CAT.106
Buffalo	Büffel	8.2.2	Default	--
Sheep	Schafe	6.2.2	Default	--
Goats	Ziegen	6.6.2	Default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.2.2, 7.3.2	Default	--
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine		Default	AI1005PSH.82
Sows	Sauen	5.3.4	Default	--
Weaners	Aufzuchtferkel	5.4.4	Default	--
Fattening pigs	Mastschweine	5.5.3	Default	--
Boars	Eber	5.6.4	Default	--
Poultry	Geflügel	NE		--

16.3.1.4 Column E: "Implied Emission factors in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄" / Spalte E: „Mittlere Emissionsfaktoren in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄“

Implied emission factors are calculated using the information provided in GAS-EM, chapters on livestock production, and presented in the tables.

Mittlere Emissionsfaktoren werden nach den Angaben in GAS-EM, Kapitel zur Tierproduktion, berechnet und im Tabellenband zusammengestellt.

Table 16.5: Information provided for CRF Table 4.A, Column E: CH₄ implied emission factors in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.4	Calculated	IEF1004.01
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.9.2	Calculated	IEF1004.07
Calves	Kälber	4.4.4	Constant	IEF1004.02
Heifers	Färsen	4.5.4	Calculated	IEF1004.03
Bulls	Mastbullen	4.6.4	Calculated	IEF1004.04
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.4	Constant	IEF1004.05
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.4	Constant	IEF1004.06
Buffalo	Büffel	8.2.2	Default	IEF1004.19
Sheep	Schafe	6.2.2	Default	IEF1004.14
Goats	Ziegen	6.6.2	Default	IEF1004.15
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.2.2, 7.3.2	Calculated	IEF1004.18
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine	5.7.2.5	Calculated	IEF1004.13
Sows	Sauen	5.3.4	Calculated	IEF1004.09
Weaners	Aufzuchtferkel	5.4.4	Calculated	IEF1004.10
Fattening pigs	Mastschweine	5.5.3	Calculated	IEF1004.11
Boars	Eber	5.6.4	Constant	IEF1004.12
Poultry	Geflügel	NE		--

16.3.1.5 Cells I9 to L9: “Animal weights in kg an⁻¹” / Zellen I9 bis L9: „Tiergewichte in kg an⁻¹“

In GAS-EM, animal weights are needed. Weights at the beginning and the end of a period are reported. The latter are listed in tables.

Mean weights of animal classes (other cattle, pigs and poultry) are calculated according to Chapters 4.9.1.2, 5.7.1.2 and 10.7.1.2.

In GAS-EM wird über die Gewichte am Anfang und am Ende eines Lebensabschnitts berichtet. Tabelliert sind deshalb die Endgewichte eines Lebensabschnitts bzw. die Schlachtgewichte.

Zur Berechnung mittlerer Gewichte von Tierklassen (Rinder ohne Milchkühe, Schweine, Geflügel) wird auf die Kapitel 4.9.1.2, 5.7.1.2 und 10.7.1.2 verwiesen.

Table 16.6: Information provided for CRF Table 4.A, Cells I9 to L9: animal weights in kg an⁻¹

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.1.3	variable	AI1005CAT.03
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.9.1.2	calculated	AI1005CAT.108
Calves	Kälber	4.4.1.2	constant	AI1005CAT.24 AI1005CAT.25
Heifers	Färsen	4.5.1.2.1	variable	AI1005CAT.41 AI1005CAT.42
Bulls	Mastbullen	4.6.1.2	variable	AI1005CAT.58 AI1005CAT.59
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.1.2	constant	AI1005CAT.76
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.1.2	constant	AI1005CAT.92
Buffalo	Büffel	8.2.1.2	default	--
Sheep	Schafe	6.6.1.2	default	--
Goats	Ziegen	6.6.1.2	default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO	NO	--
Horses	Pferde	7.2.1.2, 7.3.1.2	default	--
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine	5.7.2.1	calculated	AI1005PSH.68
Sows	Sauen	5.3.1.2	constant	AI1005PSH.02
Weaners (final)	Aufzuchtferkel (Endg.)	5.4.1.2	variable	AI1005PSH.19
Fattening pigs (final)	Mastschweine (Endg.)	5.5.1.2	variable	AI1005PSH.36
Boars	Eber	5.6.1.2	constant	AI1005PSH.52
Poultry	Geflügel	10.7.1.2	calculated	AI1005POU.80
Laying hens (final)	Legehennen (Endg.)	9.3.2.1	variable	AI1005POU.05
Broilers (final)	Masthähnchen (Endg.)	9.4.2	variable	AI1005POU.18
Pullets (final)	Junghennen (Endg.)	9.5.2.1	variable	AI1005POU.33
Geese (final)	Gänse (Endg.)	10.3.2.1	constant	AI1005POU.43
Ducks (final)	Enten (Endg.)	10.4.2.1	constant	AI1005POU.52
Turkeys (final)	Puten (Endg.)	10.5.2.1	variable	AI1005POU.66

16.3.1.6 Cells I10 to L10: "Feeding Situation" / Zellen I10 bis L10: „Fütterung“

GAS-EM considers the duration of the grazing period and the intensity of grazing (whole day, part of the day). The typical duration of the grazing period is documented as well as the amounts of N excreted. The latter are also tools to estimate feed intake.

GAS-EM berücksichtigt die Dauer und Intensität des Weidegangs (ganztags, halbtags). Angegeben ist die typische Dauer der Weideperiode sowie die auf der Weide und im Stall ausgeschiedenen Mengen an N als Maß für die effektive Weidedauer und damit auch Futteraufnahme.

Table 16.7: Information provided for CRF Table 4.A, Cells I10 to L10: Feeding situation (duration and intensity of grazing)

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.7.4.3	variable	AI1005CAT.05 AI1005CAT.16
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe		meaningless	--
Calves	Kälber	4.4.7.2.1	constant	AI1005CAT.26 AI1005CAT.34
Heifers	Färsen	4.5.5.2	variable	AI1005CAT.43 AI1005CAT.51
Bulls	Mastbullen	4.6.5.3	constant	AI1005CAT.60 AI1005CAT.70
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.5.2	variable	AI1005CAT.77 AI1005CAT.85
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.5.2	constant	AI1005CAT.93 AI1005CAT.103
Buffalo	Büffel	8.2.3	variable	--
Sheep	Schafe	6.3.1.2, 6.4.1.2	constant	--
Goats	Ziegen		default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.1.2.1	variable	--
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine	NO		--
Poultry	Geflügel	NE		--

16.3.1.7 Cells I11 to L11: "Milk yield" / Zellen I11 bis L11: „Milchleistung“

Milk yield is an important criterion for dairy cattle, buffalo, as well as lactating sheep and goats. GAS-EM considers variable milk yield for dairy cattle only.

Milchleistung ist bei Milchkühen und im Prinzip bei Büffeln, Milchschaafen und Milchziegen von Bedeutung. GAS-EM berücksichtigt die variable Milchleistung nur bei Milchkühen.

Table 16.8: Information provided for CRF Table 4.A, Cells I11 to L11: Milk yield in kg pl⁻¹ d⁻¹

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.1.2	variable	AI1005CAT.01 AI1005CAT.02
Buffalo	Büffel	NE		--
Sheep	Schafe	NE		--
Goats	Ziegen	NE		--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	NE		--
Swine	Schweine	NE		--
Poultry	Geflügel	NE		--

16.3.1.8 Cells I12 to L12: "Work" / Zellen I12 bis L12: "Arbeit"

Cattle have not been used for working in Germany for some time. For horses, work is included in the energy balance. No other animals are used for work.

Rinder werden in Deutschland nicht mehr als Zugtiere eingesetzt. Bei Pferden ist Arbeit im Energieverbrauch berücksichtigt. Alle anderen Tiere werden nicht zu Arbeiten herangezogen.

16.3.1.9 Cells I13 to L13: "Pregnancy" / Zellen I13 bis L13: "Trächtigkeit"

The numbers of offspring (calves or piglets) are considered for the energy balance. For all other animals, the default assumptions of IPCC (1996) are used.

The numbers of heifers, suckler cows and sows were investigated.

Bei Rindern (Milchkühen) und Schweinen wird die Anzahl der geborenen Kälber bzw. aufgezogenen Ferkel im Energiehaushalt berücksichtigt. Bei allen anderen Tieren werden die default-Annahmen (IPCC, 1996) übernommen.

Der Anteil der trächtigen Färsen, Mutterkühe und Sauen wurde ermittelt.

Table 16.9: Information provided for CRF Table 4.A, Cells I13 to L13: Pregnancy

Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	Animal category or subcategory	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Milchkühe	Dairy cows	4.3.1.5	variable	AI1005CAT.04
Rinder ohne Milchkühe (nur Färsen u. Mutterkühe)	Non-dairy cattle (heifers and suckler cows only)	4.9.1.3	variable	AI1005CAT.109
Büffel	Buffalo			--
Schafe	Sheep			--
Ziegen	Goats			--
Kamele und Lamas	Camels and Lamas			--
Pferde	Horses			--
Esel und Maultiere	Mules and Asses			--
Schweine (nur Sauen)	Pigs (sows only)	5.7.2.2	variable	AI1005PSH.03
Geflügel	Poultry		NE	--

16.3.1.10 Cells I14 to L14: "Digestibility of feed in MJ MJ⁻¹" / Zellen I14 bis L14: „Verdaulichkeit in MJ MJ⁻¹“

Emissions from cattle and pigs are calculated using a detailed methodology. In general, this inventory makes use of (constant) national values. In some cases, variable feed composition results in the digestibilities varying in time and space.

Die Emissionen für Rinder und Schweine werden nach detaillierten Verfahren berechnet. Im Wesentlichen werden nationale Werte als Konstanten gesetzt, in einigen Fällen wird durch (räumliche und zeitliche) Variation der Fütterung die Verdaulichkeit zur Variablen.

Table 16.10: Information provided for CRF Table 4.A, Cells I14 to L14: digestibility of feed MJ MJ⁻¹

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.3.3	variable	AI1005CAT.20
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.9.1.4	calculated	AI1005CAT.122
Calves	Kälber	4.4.2	constant	AI1005CAT.40
Heifers	Färsen	4.5.3	variable	AI1005CAT.57
Bulls	Mastbullen	4.6.3	variable	AI1005CAT.74
Suckler cows	Mutterkühe	0	constant	AI1005CAT.91
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.2	constant	AI1005CAT.107
Buffalo	Büffel		default	--
Sheep	Schafe		default	--
Goats	Ziegen		default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde		default	--
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine	5.7.2.3	calculated	AI1005PSH.82
Sows	Sauen	5.3.3	variable	AI1005PSH.17
Weaners	Aufzuchtferkel	0	variable	AI1005PSH.34
Fattening pigs	Mastschweine	5.5.2	variable	AI1005PSH.51
Boars	Eber	0	constant	AI1005PSH.67
Poultry	Geflügel	NE		--

16.3.2 CRF Table 4.B(a): "CH₄ Emissions from Manure Management" / CRF-Tabelle 4.B(a): CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement"

16.3.2.1 Column B: "Population size" / Spalte B: "Größe der Population"

The information provided is identical with that in Chapter 16.3.1.1.

Die Angaben sind identisch mit den in Kapitel 16.3.1.1 behandelten Zahlen.

16.3.2.2 Column C: "Allocation by climate region" / Spalte C: "Zuordnung zu einer Klimaregion"

Mean annual temperatures in Germany are below 15 °C all over the country. A map in chapter 16.1 gives an account of these temperatures in single rural districts.

Die Jahresmitteltemperaturen liegen in Deutschland flächendeckend unter 15 °C. Eine Karte in Kapitel 16.1 gibt die Temperaturen der einzelnen Landkreise wieder.

16.3.2.3 Column F: "Typical animal mass in kg an⁻¹" / Spalte F: "Typische Tiergewichte in kg an⁻¹"

The information provided is identical with that in Chapter 16.3.1.5.

Die Angaben sind identisch mit den in Kapitel 16.3.1.5 beschriebenen Daten.

16.3.3 Column G: “VS annual excretion in kg pl⁻¹ a⁻¹” / Spalte G: „Jährliche VS-Ausscheidungen in kg pl⁻¹ a⁻¹”

The information in the heading of this column is contradictory. GAS-EM lists the annual VS excretions per place and year.

Die Angaben in der Überschrift dieser Spalte sind widersprüchlich. GAS-EM tabelliert die Jahressummen der VS-Ausscheidungen pro Platz und Jahr.

Table 16.11: Information provided for CRF Table 4.B(a)s1, Column G: VS excretion in kg pl⁻¹ a⁻¹

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.5.1	variable	AI1005CAT.08
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.9.3.2	calculated	AI1005CAT.110
Calves	Kälber	4.4.5.1	constant	AI1005CAT.29
Heifers	Färsen	4.5.5.1	variable	AI1005CAT.46
Bulls	Maßbullen	4.6.5.1	variable	AI1005CAT.63
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.5.1	constant	AI1005CAT.80
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.5.1	constant	AI1005CAT.96
Buffalo	Büffel		default	[3.9 kg pl⁻¹ d⁻¹]
Sheep	Schafe		default	AI1005PSH.94
Goats	Ziegen		default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.4.1.1	calculated	AI1005PSH.142
Heavy horses	Großpferde	7.2.3	constant	AI1005PSH.121
Light horses and ponys	Kleinpferde und Ponies	7.3.3	constant	AI1005PSH.129
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine	5.7.2.4	calculated	AI1005PSH.70
Sows	Sauen	5.3.5.1	variable	AI1005PSH.06
Weaners	Aufzuchtferkel	5.4.5.1	variable	AI1005PSH.23
Fattening pigs	Mastschweine	5.5.5.1	variable	AI1005PSH.40
Boars	Eber	5.6.5.1	constant	AI1005PSH.56
Poultry	Geflügel	4.5.7	calculated	AI1005POU.81
Laying hens	Legehennen	9.3.6.1	variable	AI1005POU.07
Broilers	Masthähnchen	9.4.6.1	variable	AI1005POU.22
Pullets	Junghennen	9.5.6.1	variable	AI1005POU.34
Geese	Gänse		default	--
Ducks	Enten	10.4.5	constant	AI1005POU.54
Turkeys	Puten	10.5.4.1	variable	AI1005POU.71

16.3.3.1 Column H: “CH₄ producing potential (B₀) in m³ (kg VS)⁻¹ CH₄” / Spalte H: “CH₄-Bildungspotential (B₀) in m³ (kg VS)⁻¹ CH₄”

GAS-EM considers the amount of CH₄ released from the decomposition of straw wherever relevant.

GAS-EM berücksichtigt bei strohgebundenen Verfahren auch die CH₄-Emissionen aus dem Abbau von Stroh.

Table 16.12: Information provided for CRF Table 4.B(a)s1, Column H: Methane producing potential (B_0) in $m^3 (kg VS)^{-1} CH_4$ (default values according to IPCC(2006)-10A-4 to 10A-9)

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	[Value]
Dairy cows	Milchkühe	4.5.1.3	default	$[0.24 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.5.2	default	$[0.18 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Buffalo	Büffel	4.5.9.3	default	$[0.10 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Sheep	Schafe	4.5.4.3	default	$[0.19 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Goats	Ziegen	4.5.5.3	default	$[0.13 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		
Horses	Pferde	4.5.6.3	default	$[0.30 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE	default	$[0.24 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Swine	Schweine	4.5.3	default	$[0.45 m^3 (kg VS)^{-1}]$
Poultry	Geflügel	4.5.7	calculated	AI1005POU.89
Straw	Stroh	4.5	constant	$[0.18 m^3 (kg VS)^{-1}]$

16.3.3.2 Column I: „Implied Emission factors in $kg pl^{-1} a^{-1} CH_4$ “ / Spalte I: Mittlere Emissionsfaktoren in $kg pl^{-1} a^{-1} CH_4$ “

GAS-EM considers the amount of CH_4 released from the decomposition of straw wherever relevant.

GAS-EM berücksichtigt bei strohgebundenen Verfahren auch die CH_4 -Emissionen aus dem Abbau von Stroh.

Table 16.13: Information provided for CRF Table 4.B(a)s1, Column I: Implied emission factors in $kg pl^{-1} a^{-1} CH_4$ (default values according to IPCC (1996), Reference Manual)

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.5	calculated	IEF1005.01
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.9.3.1	calculated	IEF1005.07
Calves	Kälber	4.4.5	constant	IEF1005.02
Heifers	Färsen	4.5.5	variable	IEF1005.03
Bulls	Mastbullen	4.6.5	variable	IEF1005.04
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.5	variable	IEF1005.05
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.5	variable	IEF1005.06
Buffalo	Büffel		default	--
Sheep	Schafe	6.2.3	constant	IEF1005.14
Goats	Ziegen	6.6.3	constant	IEF1005.15
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.2.3, 7.3.3	calculated	IEF1005.18
Mules and Asses	Esel und Maultiere	NE		--
Swine	Schweine	4.5.3	calculated	IEF1005.13
Sows	Sauen	5.3.5	variable	IEF1005.09
Weaners	Aufzuchtferkel	5.4.5	variable	IEF1005.010
Fattening pigs	Mastschweine	5.5.5	variable	IEF1005.11
Boars	Eber	5.6.5	variable	IEF1005.12
Poultry	Geflügel	4.5.7	default	IEF1005.26
Laying hens	Legehennen	9.3.6	variable	IEF1005.19
Broilers	Masthähnchen	9.4.6	variable	IEF1005.20
Pullets	Junghennen	9.5.6	variable	IEF1005.21
Geese	Gänse	10.3.4	default	IEF1005.22
Ducks	Enten	10.4.5	default	IEF1005.23
Turkeys	Puten	10.5.4	variable	IEF1005.24
				IEF1005.25

16.3.3.3 Cells N10 to S27: “Additional Information – Animal waste management system in %” /
Zellen N10 bis S27: “Zusätzliche Informationen – Wirtschaftsdüngermanagementsysteme in %”

The information on allocation is based on the N and VS excretions at the specific locations, as animals can be both in the house or grazing.

Die Angabe „Allocation“ wird angesichts der Tatsache, dass die gleichen Tiere sowohl im Stall als auch auf der Weide sein können, auf die ausgeschiedenen Mengen an N oder VS bezogen.

Table 16.14: Information provided for CRF Table 4.B(a)s2, Columns E to I: Additional Information - Animal waste management system in %

Animal category or sub-category	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.7.5	variable	AI1005CAT.12 to 14
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe		calculated	AI1005CAT.108 to 127
Calves	Kälber	4.4.7.2	constant	AI1005CAT.32 to 34
Heifers	Färsen	4.5.7	variable	AI1005CAT.49 to 51
Bulls	Mastbullen	4.6.7	variable	AI1005CAT.66 to 68
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.7	variable	AI1005CAT.83 to 85
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.7	variable	AI1005CAT.99 to 101
Buffalo	Büffel		default	--
Sheep	Schafe		variable	AI1005PSH.108 to 110
Sheep without lambs	Schafe ohne Lämmer	6.4.1.2	constant	AI1005PSH.102 to 104
Lambs	Lämmer	6.3.1.2	constant	AI1005PSH.105 to 107
Goats	Ziegen		default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.1.2.1	calculated	AI1005PSH.147 to 149
Swine	Schweine			AI1005PSH.69 to 71
Sows	Sauen	5.3.5.2	variable	AI1005PSH.09 to 11
Weaners	Aufzuchtferkel	5.4.5.2	variable	AI1005PSH.26 to 28
Fattening pigs	Mastschweine	5.5.5.2	variable	AI1005PSH.43 to 45
Boars	Eber	5.6.5.2	constant	AI1005PSH.59 to 61
Poultry	Geflügel	4.5.7	calculated	AI1005POU.88 to 90
Laying hens	Legehennen	9.3.6.3	constant	AI1005POU.10 to 12
Broilers	Masthähnchen	9.4.6.3	constant	AI1005POU.25 to 27
Pullets	Junghennen	9.5.6.2	constant	AI1005POU.37 to 39
Geese	Gänse	10.3.4	constant	AI1005POU.47 to 49
Ducks	Enten	10.4.5	constant	AI1005POU.57 to 59
Turkeys	Puten	10.5.4.2	constant	AI1005POU.79 to 81

16.3.3.4 Cells N10 to S27: "Additional Information – Methane conversion factors in %" / Zellen N10 bis S27: „Zusätzliche Informationen – Methan-Umwandlungsfaktoren in %"

Table 16.15: Information provided for CRF Table 4.B(a)s2, Columns E to I: Additional Information - Animal waste management system in %

Animal category or sub-category	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.7.5	variable	AI1005CAT.21 to 23
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe		calculated	AI1005CAT.123 to 125
Buffalo	Büffel		default	--
Sheep	Schafe		variable	AI1005PSH.119 to 121
Goats	Ziegen	NO	default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas			--
Horses	Pferde		calculated	AI1005PSH.154 to 156
Swine	Schweine			AI1005PSH.84 to 86
Poultry	Geflügel	4.5.7	constamt	

16.3.4 CRF Table 4.B(b): „N₂O Emissions from Manure Management” / CRF-Tabelle 4.B(b): „N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement”

16.3.4.1 Column B: “Population size” / Spalte B: “Größe der Population”

The information provided is identical with that in Chapter 16.3.1.1.

Die Angaben sind identisch mit den in Kapitel 16.3.1.1 behandelten Zahlen.

16.3.4.2 Column C: „Nitrogen excretion in kg pl⁻¹ a⁻¹ N” / Spalte C: „Stickstoffausscheidungen in kg pl⁻¹ a⁻¹ N”

N excretions are reported in kg per place and year. This is in line with the IPCC definition of the term “population”.

Die N-Ausscheidungen werden in kg pro Platz und Jahr angegeben. Dies entspricht der Definition der Population bei IPCC.

Table 16.16: Information provided for CRF Table 4.B(b), Column C: nitrogen excretion in kg pl⁻¹ a⁻¹ N

Animal category or subcategory	Tier-Kategorie bzw. Unterkategorie	GAS-EM chapter	Type of data	Table
Dairy cows	Milchkühe	4.3.7.1	variable	AI1005CAT.10
Non-dairy cattle	Rinder ohne Milchkühe	4.9.3.5	calculated	AI1005CAT.112
Calves	Kälber	0	constant	AI1005CAT.30
Heifers	Färsen	4.5.7.1	constant	AI1005CAT.47
Bulls	Mastbullen	4.6.7.1	constant	AI1005CAT.64
Suckler cows	Mutterkühe	4.7.7.1	constant	AI1005CAT.81
Bulls (mature males)	Zuchtbullen	4.8.7.1	constant	AI1005CAT.97
Buffalo	Büffel	8.2.5	default	--
Sheep	Schafe	6.5.1	variable	AI1005PSH.100
Goats	Ziegen	6.6.5.1	default	--
Camels and Lamas	Kamele und Lamas	NO		--
Horses	Pferde	7.4.1.1	calculated	AI1005PSH.145
Heavy horses	Großpferde	7.2.5.1	constant	AI1005PSH.123
Light horses and ponys	Kleinpferde und Ponies	7.3.5.1	constant	AI1005PSH.131
Swine	Schweine		calculated	AI1005PSH.73
Sows	Sauen	5.3.7.1	variable	AI1005PSH.07
Weaners	Aufzuchtferkel	5.4.7.1	variable	AI1005PSH.24
Fattening pigs	Mastschweine	5.5.7.1	variable	AI1005PSH.41
Boars	Eber	5.6.7.1	constant	AI1005PSH.57
Poultry	Geflügel	10.7.1.3	calculated	AI1005POU.87
Laying hens	Legehennen	9.3.8.1	variable	AI1005POU.08
Broilers	Masthähnchen	9.4.8.1	variable	AI1005POU.23
Pullets	Junghennen	9.5.8.1	variable	AI1005POU.35
Geese	Gänse	10.3.6.1	default	AI1005POU.45
Ducks	Enten	10.4.7.1	constant	AI1005POU.56
Turkeys	Puten	10.5.6.1	variable	AI1005POU.74

**16.3.4.3 Columns D to I: „Nitrogen excretion per animal waste management system in kg a⁻¹ N“
/Spalten D bis I: „Stickstoff-Ausscheidung je Wirtschaftsdüngermanagementsystem in kg a⁻¹ N“**

The respective information is calculated from existing tables according to:

Die Informationen errechnen sich aus vorhandenen Tabellen wie folgt:

$$m_{N,AWMSi,A} = n_A \cdot m_{ex,A} \cdot x_{N,AWMSi,A} \quad (16.1)$$

where

$m_{N,AWMSi,A}$	amount of N deposited in animal waste management system I of an animal category A (in kg a ⁻¹ N)
n_A	number of animals of an animal category A considered (in pl)
$m_{ex,A}$	amount of N excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$x_{N,AWMSi}$	fraction of N excreted in animal waste management system i by an animal category A (in kg kg ⁻¹)

The tables related to the cells are collated in Table 16.17.

Die den Zellen zugeordneten Tabellen des Tabellenbandes sind in Table 16.17 zusammengestellt:

Table 16.17: Information provided for CRF Table 4.B(b), Nitrogen excretion per animal waste management system (AWMS), in kg a⁻¹ N

Zelle / cell	Description	Type of data	Table
E 08	Cattle, liquid system	calculated	EXCR.22
G 08	Cattle, solid system	calculated	EXCR.23
H 08	Cattle, pasture	calculated	EXCR.24
E 10	Dairy cattle, liquid system	calculated	EXCR.01
G 10	Dairy cattle, solid system	calculated	EXCR.02
H 10	Dairy cattle, pasture	calculated	EXCR.03
E 11	Non-dairy cattle, liquid system	calculated	EXCR.19
G 12	Non-dairy cattle, solid system	calculated	EXCR.20
H 13	Non-dairy cattle, pasture	calculated	EXCR.21
E 16	Sheep, liquid system	calculated	EXCR.46
G 16	Sheep, solid system	calculated	EXCR.47
H 16	Sheep, pasture	calculated	EXCR.48
E 17	Swine, liquid system	calculated	EXCR.37
G 17	Swine, solid system	calculated	EXCR.38
H 17	Swine, pasture	calculated	EXCR.39
E 18	Poultry, liquid system	calculated	EXCR.52
G 18	Poultry, solid systems	calculated	EXCR.53
H 18	Poultry, pasture	calculated	EXCR.54
E 19	Buffalo, liquid system		NE
G 19	Buffalo, solid system		NE
H 19	Buffalo, pasture		NE
E 22	Horses, liquid system	calculated	EXCR.49
G 22	Horses, solid system	calculated	EXCR.50
H 22	Horses, pasture	calculated	EXCR.51

Comment: calculations performed under neglect of NH₃ emissions from housing

16.3.5 CRF Table 4.Ds1: „Agricultural Soils“ /CRF-Tabelle 4.Ds1: „Landwirtschaftlich genutzte Böden“

Column C: “N input to soils in kg a⁻¹ N”

Spalte C: „N-Einträge in Böden in kg a⁻¹ N“

Relevant data are compiled in Table 16.18.

Die Angaben sind in Table 16.18 zusammengestellt.

Table 16.18: Information provided for CRF Table 4.Ds1, Column C: N inputs to soil in Gg a⁻¹ N

Source	Quelle	GAS-EM chapter		Table
Use of synthetic fertilisers	Mineraldünger-Anwendung	11.1.1	Calculated	AC1001.01
Nitrogen input from manure applied to soils	Anwendung von Wirtschaftsdüngern	11.2.1	Calculated	AC1001.06
Nitrogen fixed by N fixing crops (nitrogen fixation)	Von Leguminosen fixierter N	12.1.1	Calculated	AC1002.122
Nitrogen in crop residues returned to soils	N in Ernterückständen	12.3.1	Calculated	AC1002.126
Area of cultivated organic soils	Fläche bewirtschafteter organischer Böden	11.4.1	Unofficial	AC1001.08
Volatilised N (NH ₃ and NO _x) from fertilisers and animal wastes (deposition)	Deposition reaktiver N-Spezies aus Mineral- und Wirtschaftsdüngern	12.4.1	Calculated	AC1002.127
N from fertilisers and animal wastes that is lost through leaching and run off	N-Verluste durch Auswaschung und Oberflächenabfluss von Mineraldüngern	12.5.1	Calculated	AC1002.130
Sewage sludge on agricultural landfields	Ausbringen von Klärschlämmen	11.3.1	Official	AC1001.07
Animal waste imported	Importierte Wirtschaftsdünger	11.2.1.2	Calculated	in AC1001 .06

16.3.6 CRF Table 4.Ds2: „Agricultural Soils“ / CRF-Tabelle 4.Ds2: „Landwirtschaftlich genutzte Böden“

Column C: “Relevant fractions in kg kg⁻¹”

Spalte C: „Relevante Anteile in kg kg⁻¹“

Relevant data are compiled in Table 16.19.

Die Angaben sind in Table 16.19 zusammengestellt.

Table 16.19: Information provided for CRF Table 4.Ds2, Column C: Values, sectoral background data for agriculture

Fraction	Description	Type of data	Table
<i>Frac_{BURN}</i>	Fraction of crop residue burned	NO	
<i>Frac_{FUEL}</i>	Fraction of livestock N excretion in excrements burned for fuel	NO	
<i>Frac_{GASF}</i>	Fraction of synthetic fertiliser N applied to soils that volatilises as NH ₃ and NO _x	Calculated	AI1001.01
<i>Frac_{GASM}</i>	Fraction of livestock N excretion that volatilises as NH ₃ and NO _x	Calculated	AI1001.02
<i>Frac_{GRAZ}</i>	Fraction of livestock N excreted and deposited onto soil during grazing	Calculated	AI1001.03
<i>Frac_{LEACH}</i>	Fraction of N input to soils that is lost through leaching and run-off	Calculated	AI1002.01
<i>Frac_{NCRBF}</i>	Fraction of total above-ground biomass of N-fixing crop that is N Fraction of residue dry biomass of N-fixing crops that is N	Calculated	AI1002.03
<i>Frac_{NCR0}</i>	Fraction of residue dry biomass that is N Fraction of residue dry biomass of non N-fixing crops that is N	Calculated	AI1002.02
<i>Frac_{Remove}</i>	Fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product	Calculated	AI1002.04

16.3.7 CRF Table 5 (IV): “Sectoral background data for land use, land-use change and forestry” / CRF-Tabelle 5 (IV): „Sektorbezogene Hintergrunddaten für Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft“

Cells B10 to B12: “Total amount of lime applied in Mg a⁻¹”

Zellen B10 bis B12: „Düngekalk-Verbrauch in Mg a⁻¹“

Relevant data are compiled in Table 16.20.

Die Angaben sind in Table 16.20 zusammengestellt.

Table 16.20: Information provided for CRF Table 5 (IV), Cells B10 to B12, CO₂ emissions from agricultural lime application in Mg a⁻¹ of lime applied

Source	Quelle	GAS-EM chapter	Table
Limestone CaCO ₃	Anwendung von Düngekalk CaCO ₃	13.2	Official
Dolomite CaMg(CO ₃) ₂	Anwendung von Dolomit CaMg(CO ₃) ₂	13.2	IE

17 Acknowledgements / Danksagung

We are indebted to many persons and institutions for their help, advice and encouragement, and wish to express our thanks:

B. Amon, Department of Sustainable Agricultural Systems, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, was a source of information in particular regarding the treatment of bedded systems.

K.-H. Bodenstern and M. Rönsch, Aschera Landwirtschaftsgesellschaft, Aschera, and K. Schnabel, BEAG Agrar GmbH, Behringen, helped to reconstruct the situation in the New Länder with respect to pig production in the early nineties.

H. Böhme, G. Flachowsky, I. Halle and P. Lebzien, Institute of Animal Nutrition, FAL, Braunschweig, assisted in the establishment of chapters on livestock production, and provided basic data on animal nutrition. They checked the assumptions made for plausibility or correctness and read and discussed the relevant parts of the manuscript with care.

U. Döring, Federal Environmental Agency, Berlin and Dessau, patiently and sometimes unpatiently, helped us to structure data according to the needs of reporting.

M. Grün, FOOD GmbH, Jena, used to be first choice, when animal husbandry caused questions occurred. He also helped to solve a lot of problems regarding animal nutrition.

D. Höppner, Zentralverband der deutschen Geflügelwirtschaft e.V., collected various information for the description of duck and turkey productions.

S. Klages, KTBL, Darmstadt, has contributed significantly to the gathering of sewage sludge data.

H. Kleine-Klausing, deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, Düsseldorf, willingly supported the authors with knowledge and data concerning animal diets.

H. Luesink, LEI (Agricultural Economics Research Institute), Den Haag, The Netherlands, informed about nutrient exports from the Netherlands to Germany.

H. Meyer, Moorgut Kartzfehn von Kameke, Bösel, Germany, provided a host of information on turkey production.

D. Prüfert arranged the manuscript for printing.

H. Prüße, Institute of Rural Studies, FAL, updated the official FAL database with great care.

J. Rogasik, Institute of Plant Nutrition, FAL, Braunschweig, gave a lot of information concerning amounts and constituents of plants and plant residues.

The colleagues in the EAGER group – H. Menzi and B. Reidy, Switzerland, L. Rohde, Sweden, N.J. Hutchings, Denmark, G.J. Monteny and H.H. Luesink, the Netherlands, and J. Webb and T.H. Misselbrook, UK – discussed the mass-flow approach with us and helped us to identify gaps and errors.

18 References / Literatur

- ADR – Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (1990, and subsequent years) Rinderproduktion in Deutschland 1990 (and subsequent years). Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter, Bonn
- Amann M, Bertok I, Cofala J, Gyarfas F, Heyes C, Klimont Z, Schöpp W, Winiwarer W (2000) Baselin Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme. Final Report.
http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/general/pdf/cafe_lot1.pdf
- Amon T, Kryvoruchko V, Bodiroza V, Amon B (2005) Methanerzeugung aus Getreide, Wiesengras und Sonnenblumen: Einfluss des Erntezeitpunktes und der Vorbehandlung. KTBL (ed.) 7. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung, 1. – 3. März 2005, Braunschweig / Deutschland, 343–348
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam (from 2007 onwards)
- Anonymus (1997) Futterwertleistungsprüfung: Masthühnerküken-Alleinfutter im Test. DGS Intern 14/1997, Ulmer, Stuttgart, 10-11
- Anonymus (2001a) Legeleistungsprüfung für Hühner 1998 bis 2000. DGS Magazin 5/2001, Ulmer, Stuttgart, 12-18
- Anonymus (2001b) Masthühnerküken-Alleinfutter I: Futterwertleistungsprüfung 2001. DGS Magazin 40/2001, Ulmer, Stuttgart, 28-32
- 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
- Anonymus (2007d) Futterwertleistungsprüfung für Masthühnerküken-Alleinfutter I.
http://www.duesse.de/gefluegel/pdfs/mk_fwlp_2007.pdf [2008-03-18]
- Bargo F, Rearte DH, Santini FJ, Muller LD (2001) Ruminant Digestion by Dairy Cows Grazing Winter Oats Pasture Supplemented with Different Levels and Sources of Protein. J Dairy Sci 84, 2260-2272
- Bartnik B (1989) Verdauungsversuche an Legehybriden zur Überprüfung vorhandener Schätzgleichungen. Diplomarbeit, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 62 pp (incl. Anhang mit Tabellen)
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München
- Beever DE, Hattan AJ, Cammell SB, Humphries DJ, Jones AK (2000) Lactational performance and energy utilisation in high yielding cows. Ann. Meeting BSAS, March 2000, Proc Br Soc Anim Sci, pg 10
- Bertilsson J (2002) Methane emission from enteric fermentation – effects of diet composition. In: Petersen SO, Olesen JE (eds) Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries. Proc International Workshop Helsingør, 24 – 25 January 2002. DIAS Report Plant Production 81, 37-44
- 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
- Birkenmaier F, Schwarz FJ, Müller, Kirchgessner M (1996) Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei Verfütterung von Futterrüben in Ergänzung zu Grassilage. Arch Anim Nutr 49, 335-347
- Blum JW (2002) Fütterung von Equiden.
http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/NOZ/NOZ%20ss%202003/Pferdef%FCtterung_Total.pdf
- BMJ – Bundesministerium der Justiz (2005) Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand. Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung. BGBl. 2004, Teil 1, Nr. 58, 2778 ff
- Boeckx P, Van Cleemput O (2001) Estimates of N₂O and CH₄ fluxes from agricultural lands in various regions in Europe. Nutr Cycl Agroecosyst 60, 35-47
- 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
- Butterbach-Bahl K, Willibald G, Papen H (2002) Soil core method for direct simultaneous determination of N₂ and N₂O emissions from forest soils. Plant Soil 240, 105-116
- 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
- Centraalbureau voor de Statistiek (ed.) (2004) Monitor Mineralen en Mestwetgeving 2004. Centraalbureau voor de Statistiek, Voonburg/Herlen, 111 pp
- Centraalbureau voor de Statistiek (ed.) (2007) Monitor Mineralen en Mestwetgeving 2007. Centraalbureau voor de Statistiek, Vonburg/Herlen, 83pp. <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/natuur-milieu/publicaties/publicaties/archief/2007/2007-j64-pub.htm>

- CEIP/EEA - Centre on Emission Inventories and Projections (2008) Annual Synthesis & Assessment report of CLRTAP and NECD inventory review Stage 2 for Germany. Created by CEIP/EEA- ETCACC: 30th May 2008. Communicated by Umweltbundesamt, Wien.
- Daenischessen (2006) Die dänische Eier- und Geflügelproduktion.
http://www.daenischessen.de/produktion_market/produktionszweige/gefluegel.htm.
- Damme K (1994) LVA Kitzingen: Broiler-Herkunftsprüfung 1994. DGS Magazin 39/1994, Ulmer, Stuttgart, 8-9
- Damme K (1995) Gemischt oder getrenntgeschlechtlich? DGS Intern 51/52/1995, Ulmer, Stuttgart, 7-10
- Damme K (1997) Lehr- und Versuchsstation für Kleintierzucht Kitzingen: 12. Mastherkunftsprüfung für Jungmasthühner. DGS Intern 13/1997, Ulmer, Stuttgart, 3-5
- Damme K (2000) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2001. Ulmer, Stuttgart, pp. 197-207
- Damme K (2001) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2002. Ulmer, Stuttgart, pp. 181-192
- Damme K (2002) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003. Ulmer, Stuttgart, pp. 193-204
- Damme K (2003) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004. Ulmer, Stuttgart, pp. 68-79
- Damme K (2004) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2005. Ulmer, Stuttgart, pp. 74-89
- Damme K (2005) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2006. Ulmer, Stuttgart, pp. 60-76
- Damme K (2006) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2007. Ulmer, Stuttgart, pp. 67-85
- Damme K, Rychlik I (2001) 13. Bayerische Herkunftsprüfung für Masthybriden: Rasche Gewichtsentwicklung bei bester Futterverwertung. DGS Magazin 5/2001, Ulmer, Stuttgart, 24-29
- Dämmgen U (ed.) (2003): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2004 for 2002. Landbauforsch Völknerode, Special Issue 260
- Dämmgen U (2005) Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. Landbauforsch Völknerode Special Issue 291, 223-230
- Dämmgen U, Döhler H, Lüttich 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. Landbauforschung Völknerode 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, 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 (2005) The Derivation of Nitrogen Excretions for Dairy Cows from Available Statistical Data. Landbauforsch Völknerode Special Issue 291, 231-244
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2002) GAS-EM – ein Kalkulationsprogramm für Emissionen aus der Landwirtschaft. Landbauforsch Völknerode 52, 19-42
- Dämmgen U, Lüttich M, Haenel H-D, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2007) Calculations of emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005. methods and Data (GAS-EM). Landbauforschung Völknerode Special Issue 304, 9-243
- De Vries W, Kros J, Oenema O, de Klein J (2003) Uncertainties in the fate of nitrogen II: A quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in the Netherlands. Nutr Cycl Agroecosyst 66, 71-102
- 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
- Dennhöfer W (1988) Einfluss von rekombiniertem, bovinem Somatotropin auf die Milchleistung, Milchzusammensetzung und das Körpergewicht beim deutschen Fleckvieh. Thesis, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 141 pp
- Deutscher Büffelverband (2008) Büffelhaltung in Deutschland. <http://www.bueffelverband-deutschland.de/haltung.html> [24.7.2008]
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1999): DLG-Merkblatt 314: Nährstoffanfall und Futterflächenbedarf in der Pferdehaltung. 15 pp

- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (ed.) (2005) Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG/Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt/Main. 69 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 (1996) Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen. BGBl, part I, dd. 26-1-96
- Dustan A (2002) Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. JTI-rapport Lantbruk & Industri 299, 41 pp
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ed.) (2004) Klärschlämme - Inhaltsstoffe und Bewertung. DWA, Hennef. 138 pp
- EAGER (2005) European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.
- EEA - European Environment Agency (1996) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 1st Edition, CD-Rom. EEA, Copenhagen
- 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
- EMEP – Co-operative for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (2005) UNECE/EMEP activity data and emission database - WebDab 2005. <http://webdab.emep.int/>
- EMEP – Co-operative for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (2008) Officially Reported Emission Data. <http://www.emep-emissions.at/emission-data-webdab/emission-as-reported-by-parties/>
- EMEP (2006) -EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, pg 10.16. <http://reports.eea.europa.eu/EMEP-CORINAIR4/en/B1010vs4.0.pdf>
- EMEP (2006) -EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2006, pg 10.16. <http://reports.eea.europa.eu/EMEP-CORINAIR4/en/B1010vs4.0.pdf>
- EMEP/CORINAIR (2002) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 3rd ed., EEA, Copenhagen. <http://reports.eea.eu.int/EMEP-CORINAIR3/en/page019.html/>
- Europäische Gemeinschaft (1997) Verordnung (EG) Nr. 820/97 des Rates vom 21. April 1997 zur Einführung eines Systems zur Kennzeichnung und Registrierung von Rindern und über die Etikettierung von Rindfleisch und Rindfleischerzeugnissen. Amtsblatt Nr. L 117 vom 07/05/1997 S. 0001 - 0008
- European Union (2005) European Pollutant Release and Transfer Register (PRTR). <http://europa.eu.int/scadplus/leg/en/lvb/l28149.htm>
- Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 12th ed., Landwirtschaftsverlag, Münster, 1993
- Feldhaus L, Sieverding E (2007) Putenmast. 3rd edition, Ulmer, Stuttgart
- Flachowsky G, Flachowsky E (1997) Integriertes Umweltmanagement in Unternehmen der landwirtschaftlichen Primärproduktion - Tierproduktion. In: Birkner U, Doluschitz R (eds.) Betriebliches Umweltmanagement in der Land- und Ernährungswirtschaft, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, pp. 40-60
- Flachowsky G, Meyer U, Lebzien P (2004) Zur Fütterung von Hochleistungskühen. Übers Tierernährung 32, 103-147
- Frede G, Dabbert S (eds.) (1998): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Ecomed, Landsberg. 451 pp
- Freibauer A, Kaltschmitt M (eds.) (2000a) Emission Rates and Emission Factors of Greenhouse Gas Fluxes and Animal Agriculture. Biogenic Emissions of Greenhouse Gases Caused by Animal and Arable Agriculture (FAIR3-CT96-1877). Project Report Task 1. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Typescript, 375 pp
- Freibauer A, Kaltschmitt M (eds.) (2000b) Overall emissions. Biogenic Emissions of Greenhouse Gases Caused by Animal and Arable Agriculture (FAIR3-CT96-1877). Project Report Task 3. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Typescript, draft
- 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. Landbauforschung Völknerode Spezial Issue 291, 11-19.
- Geflügeljahrbuch (2005) Jahrbuch des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. und seiner Mitgliedsverbände. Ulmer, Stuttgart, 328 pp
- 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 (2004) Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen: Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Mastputen. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 13, 199-233
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (1995) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. Frankfurt/M., DLG

- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (1997) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 4. Schweine. Frankfurt/M., DLG
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2001) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt/M., DLG, 135 pp
- Haenel H-D, Dämmgen U (2007 a) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 1. General considerations and pullets. Landbauforsch Völknerode 57(4): 349-362
- Haenel H-D, Dämmgen U (2007 b) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 2. Laying hens. Landbauforsch Völknerode Landbauforsch Völknerode 57(4): 363-390
- Haenel H-D, Dämmgen U (2008) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 3. Broilers. Landbauforsch Völknerode (in preparation)
- Hahn G (2004) Faustzahlen zum Schlachtgeflügel. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2005. Ulmer, Stuttgart, pp. 224-229
- Hahn G (2006) Faustzahlen über Schlachtgeflügel. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2007. Ulmer, Stuttgart, pp. 224-231
- 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
- Harrison R, Webb J (2001) A review of the effect of N fertilizer type on gaseous emission. Adv Agronomy 73, 65-108
- Hartmann W, Heil G (1992) Amtliche Legeleistungsprüfung 1990/91: Zusammenfassende Auswertung. DGS Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion 8/1992, Ulmer, Stuttgart, 219-229
- 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 (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
- Heinze A, Rau K (o.J.) Steigende Wurfgrößen - mehr verwertbare Ferkel?
<http://www.tll.de/ainfo/pdf/wurf0807.pdf> [22.7.08]
- Helmig D, Klinger LF, Guenther A, Vierling L, Geron C, Zimmerman P (1999) Biogenic volatile organic compound emission (BVOCs). I. Identifications from three continental sites in the U.S.. Chemosphere 38, 2163-2178.
- Helmig D, Klinger LF, Guenther A, Vierling L, Geron C, Zimmerman P (1999) Biogenic volatile organic compound emission (BVOCs). I. Identifications from three continental sites in the U.S.. Chemosphere 38, 2163-2178.
- Hennig A, Poppe S (eds.) (1975) Abprodukte tierischer Herkunft als Futtermittel. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 232 pp
- 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
- Hermansen JE, Kristensen T (1993) The effect of supplementary formalin treated soya-bean meal on feed intake, milk yield and live-weight gain of dairy cows fed ensiled fodder beets. Arch Anim Nutr 43, 251-258
- Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden
- Heyland K-U (1996) Spezieller Pflanzenbau. Ulmer, Stuttgart, 368 pp
- Hinz T (2005) Messung luftgetragener Partikel in und aus der Geflügelmast. Landtechnik 60, 100-101
- Hinz T, Linke S, Berk J (2008) Environmental load due to PM and ammonia emissions from a turkey house – a perennial case study. submitted
- 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
- 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

- Hoogeveen MW, Luesink HH, Mokveld LJ, Wisman JH (2005) Uitgangspunten en berekeningen voor de Milieubalans 2005. LEI, Den Haag
- IGZ – Instiut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und 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. Technical Support Unit. Hayama (Table 4.17)
- 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>
- 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
- Jenkins TC, Bertrand JA, Bridges WC (1998) Interactions of Tallow and Hay Particle Size on Yield and Composition of Milk from Lactating Holstein Cows. J Dairy Sci 81, 1396-1402
- Jentsch W, Wittenburg H, Hoffmann L, Schiemann R (1970) Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 2. Mitt. Untersuchungen über die Verwertung der Futterenergie bei Harnstoffeinsatz. Archiv Tierernährung 20, 423-440
- Jentsch W, Wittenburg H, Schiemann R (1972) Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 4. Mitt. Untersuchungen über die Verwertung der Futterenergie bei Rapsöleinsatz. Archiv Tierernährung 22, 697-720
- Jouany J-P (2008) Enteric methane production by ruminants and its control. In: Andrieu S, Wilde D (eds.) Gut efficiency; the key ingredient in ruminant production. Elevating animal performance and health. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. pp 35-59
- JRC-SAI – Joint Research Centre of the European Commission – Space Applications Institute (2000) Soil Geographical Data Base of Europe, scale 1:1,000,000. Joint Research Centre of the European Commission – Space Applications Institute, Ispra
- Jungkunst H F, Freibauer A (2005) Overview on emissions observations in Europe. In: Leip A (ed.) N₂O emissions from agriculture. Report on the expert meeting on “Improving the quality for greenhouse gas inventories for N₂O emissions from agricultural soils” under the mandate of the working group on annual inventories, Climate Change Committee, Joint Research Centre, 21-22 October 2004, Ispra. pp 48-54
- Kasimir-Klemetsson Å, Klemetsson 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, McBride BW, Odongo N, Bannink A, Mills JAN, Dijkstra J (2006) Evaluation of Models to Predict Methane Emissions from Enteric Fermentation in North American Dairy Cattle. In: Kebreab E, Dijkstra J, Bannink A, Gerrits WFF, France J (eds.) Nutrient Digestion and Utilization in Farm Animals. Modelling Approaches. CAB International, pp. 299-313
- Kirchgessner M (ed.) Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtältern und Aufzuchtrindern. Proc Soc Nutr Physiol 6, 201-215
- Kirchgessner M, Maierhofer R, Schwarz FJ, Eidelsburger U (1992) Einfluss von geschütztem Arginin auf Fut-
teraufnahme, Milchleistungsparameter sowie Wachstumshormonspiegel und Aminosäuren im Blutplasma von Kühen bei der Sommerfütterung mit Gras. Arch Anim Nutr 45, 57-69
- Kirchgessner M, Windisch W, Kreuzer M (1991a) Stickstoffemission laktierender Milchkühe über die Gülle in Abhängigkeit von der Leistungsintensität. Agribiological Research 44, 1-13
- Kirchgessner M, Windisch W, Müller HL, Kreuzer M (1991b) Release of methane and carbon dioxide by dairy cattle. Agribiological Research 44, 91-102
- Kirchmann H, Witter E (1989) Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic manure decomposition. Plant and Soil 115: 35-41.
- Klaassen G (1991) Past and future emissions of ammonia in Europe. Status Report SR-91-01. International Institute for Applied Systems Analysis - IIASA, Laxenburg
- Klein F W (1991a) Jungmasthühner im Test: Ergebnisse aus der LVA Kitzingen. DGS Magazin 16/1991, Ulmer, Stuttgart, 452-454
- Klein F W (1991b) 24. Bayerische Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. DGS Magazin 18/1991, Ulmer, Stuttgart, 510-512

- Klimont Z, Cofala J, Bertok I, Amann M, Heyes C, Gyarfas F (2002) Modelling Particulate Emissions in Europe. A Framework to Estimate Reduction Potential and Control Cost. Interim Report IR-02-076. IIASA Laxenburg, 169 pp
- Köhnlein J, Vetter H (1953) Ernterückstände und Wurzelbild. Parey, Hamburg, 138 pp
- König G, Brunda M, Puxbaum H, Hewitt CN, Duckham SC, Rudolph J (1995) Relative contribution of oxygenated hydrocarbons to the total biogenic VOC emissions of selected Mid-European agricultural and natural plant species. *Atmospheric Environment* 29, 861-874
- Körschens M (1993) Simulationsmodelle für den Umsatz und die Reproduktion der organischen Substanz im Boden. *Ber. über Landwirtschaft SH NF 206*, 140-154
- 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.) (2005) Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14th ed., Darmstadt: KTBL, 1095 pp
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2006a) Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. Methode zur Bewertung von Tierhaltungsanlagen hinsichtlich Umweltwirkungen und Tiergerechtigkeit. 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
- Laber H (2005) Biologische N₂-Fixierung von Gemüseerbsen und -buschbohnen. SLL (2005), 81-89.
- Lægread M, Aastveit AH (2002) Nitrous oxide emissions from field-applied fertilizers. 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 122-134
- 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 ¹⁵N-labelled mineral fertilizer and slurry. *Soil Biol Biochem* 38, 2602-2613
- Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
Landesämter:
Landesbetrieb für Datenverarbeitung und Statistik Brandenburg, Potsdam (until 2006)
Landwirtschaftskammer Hannover (ed.) (2004) Rinderzucht und Milcherzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Hannover, Landwirtschaftskammer, 168 pp.
- 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
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004c) (undated) Futterberechnungen für Schweine. 14th ed. Freising. LfL. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_27.pdf
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004d) Ableitung von Mengenanfall und Gehaltswerten von Geflügeldung. <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/organisch/09343>
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004e) Perspektiven, Strukturentwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der Ferkelerzeugung in Bayern. <http://www.lfl.bayern.de/internet/stmlf/lfl/ilb/tier/05645/index.php>
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006a) (undated) 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 [31.01.2008]
- 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 (ed.) (2004b) Gruber Tabellen zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Mastrinder, Schafe, Ziegen. 25th ed., Freising, LfL. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_2.pdf
- 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 [24.7.07]
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006c) Gruber Tabelle zur Fütterung der Fresser, Bullen, Ochsenm Kalbinnen, Kühe. 12. ed. http://www.lfl.bayern.de/ite/rind/09368/linkurl_0_5.pdf [24.7.07]
- Liu X J, Mosier A R, Halvorson A, Reule C A, Zhang F S (2007) Dinitrogen and N₂O emissions in arable soils: Effects of tillage, N source and soil moisture. *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-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>

- LSZ – Landesanstalt für Schweinezeit Boxberg, Baden-Württemberg (2007) Kurzfassung Schweinereport Baden-Württemberg, Wirtschaftsjahr 2005/2006. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1202507_11/LSZ_Schweinereport%20Kurzfassung-07.pdf [24.7.07]
- Ludwig J, Meixner, FX, Vogel B, Forstner J (2001) Soil air exchange of nitric oxide: An overview of the processes, environmental factors, and modeling studies. *Biogeochemistry* 52, 225-257
- Lüke M, Simon I, Poteracki P (2004) Hähnchenherkünfte im Vergleich. Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. http://www.duesse.de/gefluegel/pdfs/haehnchen_iii_2004.pdf [17.01.2007]
- Lüttich M, Dämmgen U (2003) The assessment of relevant air temperatures. In: Dämmgen (ed.) (2003): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2004 for 2002. Nationaler Inventarbericht 2004 Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen – Teilbericht für die Quellgruppe Landwirtschaft. Landbauforsch Völknerode, Special Issue 260, 246-248
- LWK-Niedersachsen (2007): Düngeempfehlungen Stickstoff. Getreide, Raps, Hackfrüchte. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/341/article/8200.html>
- LWK-NW (2005) Nährstoffanfall in der Pferdehaltung. <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/pferdehaltung/naehrstoffanfall.htm>
- LWK-NW (2006) Verfahrenstechnik in der Broilermast. <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/gefluegelhaltung/management/broilermast.htm> [15.03.2008]
- LWK-SH – Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (2007) communicated data
- LWK-WE – Landwirtschaftskammer Weser-Ems (2003) Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode.
- MAFF – Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (2001) An Investigation of Agricultural Sources of Non-Methane Volatile Organic Compounds. Final Project Report. MAFF project WA 0803. MAFF, London, 35 pp
- Maierhofer R, Kirchgessner M, Schwarz FJ, Eidelsburger U (1993) Einfluss von bovinem Wachstumshormon auf Leistungsmerkmale von Milchkühen während der Sommerfütterung mit Gras. 2. Mitteilung – Milchmengenleistung, Milchinhaltsstoffe und Lebendmasse. *Arch Anim Nutr* 44, 357-367
- Mathieu O, Lévêque J, Hénault C, Milloux M-J, Bizouard F, Andreux F (2006) Emissions and spational variability of N₂O, N₂ and nitrous oxide mole fraction at the field scale, revealed with ¹⁵N isotopic techniques. *Soil Biol Biochem* 38, 941-951
- Mayer H, Holst Th, Brugger U, Kirchgässner A (2005) Trends der forstlich relevanten Klimavariablen Lufttemperatur und Niederschlag im Südwesten Deutschlands von 1950 bis 2000. *Allg Forst Jagd Z* 176, 45-56
- Menzi H, Frick R, Kaufmann R (1997) Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe der FAL 26. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz. 107 pp
- Mills JAN, Dijkstra J, Bannink A, Cammell SB, Kebreab E, France J (2001) A mechanistic model of whole-tract digestion and methanogenesis in the lactating dairy cow: Model development, evaluation, and application. *J Anim Sci* 79: 1584-1597
- Misselbrook TH (2001) Updating the Ammonia Emissions Inventory for the UK for 1999. Final Project Report AM0108, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London. 39 pp
- 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 (2005) Agrarbericht 2004. Bericht zur Lage der Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.mlur.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2005.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.mlur.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-MVP – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2008) Agrarbericht 2008 des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Berichtsjahr 2007). [http://www.agrarnet-mv.de/index.php?content/view/full/324/\(object\)/5637/\(name\)/Agrarbericht%202008%20des%20Landes%20Mecklenburg-Vorpommern%20\(Berichtsjahr%202007\)%20-%20Kurzbericht](http://www.agrarnet-mv.de/index.php?content/view/full/324/(object)/5637/(name)/Agrarbericht%202008%20des%20Landes%20Mecklenburg-Vorpommern%20(Berichtsjahr%202007)%20-%20Kurzbericht)
- Monteith JL (1984) Consistency and convenience in the choice of units for agricultural science. *Expl Agric* 20, 105-117

- 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. Klärschlamm Entsorgung in Europa. Berichte zur Umwelt. Bereich Abfall vol. 6. 374 pp
- Nationales Fachprogramm (2003) Nationaler Bericht Deutschlands als Beitrag zum Bericht der FAO über den Zustand tiergenetischer Ressourcen der Welt (FAO-Report on the State of the World's Animal Genetic Resources) mit einem Nationalen Fachprogramm zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung tiergenetischer Ressourcen in Deutschland. http://www.genres.de/tgr/nationales_fachprogramm/pdf_version/5_1.pdf
- Niedersächsisches Landesamt für Statistik, Hannover
- NMELF – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Tierproduktion in Niedersachsen. Annual reports.
- 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
- Petersen J (1993) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1994. Ulmer, Stuttgart, pp. 160-173
- Petersen J (1996) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1997. Ulmer, Stuttgart, pp. 176-191
- Petersen J (1999) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2000. Ulmer, Stuttgart, pp. 186-200
- Pingel H (1996) Faustzahlen über Schlachtgeflügel. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1997. Ulmer, Stuttgart, pp. 163-166
- Poteracki P (1991) Jungmasthühner im Test: Ergebnisse aus der LVA Haus Düsse. *DGS Magazin* 13/1991, Ulmer, Stuttgart, 365-367
- Poteracki P (1994) LVA Haus Düsse: Broiler-Herkunftsprüfung 1994. *DGS Magazin* 39/1994, Ulmer, Stuttgart, 6-7
- Poteracki P (1995) 60. Futterwertleistungsprüfung für Masthühnerküken-Alleinfutter. Große Unterschiede in Bezug auf Wirtschaftlichkeit. *DGS Intern* 27/1995, Ulmer, Stuttgart, 6-8
- Poteracki P (1996) Haus Düsse: Broiler-Herkunftsprüfung 1995. *DGS Intern* 16/1996, Ulmer, Stuttgart, 4-5
- Poteracki P, Adam F (1993a) LVA Haus Düsse: 56. Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. *DGS Magazin* 1/1993, Ulmer, Stuttgart, 7-9
- Poteracki P, Adam F (1993b) LVA Haus Düsse: 57. Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. *DGS Magazin* 5/1993, Ulmer, Stuttgart, 10-12
- Poteracki P, Sommer W, Stalljohann G (1994) LVA Haus Düsse: 59. Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. *DGS Magazin* 21/1994, Ulmer, Stuttgart, 6-8
- Poulsen HD, Børsting CF, Rom HB, Sommer SG (2001) Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000 (Nitrogen, phosphorous and potassium in animal manure – standard data, in Danish). Report No. 36, Husdyrbrug, Danish Institute of Agricultural Sciences. Foulum, Denmark, pp 152
- Poulsen HD, Kristensen VF (1998) Standard Values for Farm Manure. A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorous and Potassium Content of Manure. DIAS Report 7, Danish Institute of Agricultural Sciences. Foulum, Denmark, pp 160
- Preissinger W, Schwarz FJ, Kirchgessner M (1997) Futteraufnahme und Milchleistung bei Verfütterung von Volfett-Sojabohnen an Milchkühe. *Arch Anim Nutr* 50, 347-359
- Preissinger W, Schwarz FJ, Kirchgessner M (1998) Zum Einfluss der Zerkleinerung von Maissilage auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchezusammensetzung von Kühen. *Arch Anim Nutr* 51, 327-339
- 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 NH₃ emission inventories from agriculture: liquid manure systems. *Atmospheric Environment* 42, 3452-3467
- Reifsnnyder WE, McNaughton KG, Milford JR (1991) Symbols, units, notation. A statement of journal policy. *Agric Forest Meteorol* 54, 389-397
- Richter G, Kolb H-P (2005) Küken und Junghennenfütterung. Vegetarische Fütterung erwies sich als unproblematisch. *DGS Magazin* 9/2005, Ulmer, Stuttgart, 18-23
- Roffeis M, Brudel H (2003) Untersuchungen zu Produktionsleistungen, Produktionsvoraussetzungen und Wirtschaftlichkeit in der Jungbullenmast des Landes Brandenburg. Studie Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Groß Kreutz, 32 pp
- Roffeis M, Trilk J, May D, Münch K, Venzlaff F (1996) Stand, Perspektiven und Rahmenbedingungen für eine wettbewerbsfähige Rundermast im Land Brandenburg. Studie im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg. LVAT Ruhlsdorf/Groß Kreutz e.V., 74 pp
- Rolston DE, Hoffman DL, Toy DW (1978) Field measurement of denitrification: I. Flux of N₂ and N₂O. *Soil Sci Soc Amer J* 42, 863-869

- Rudaz AO, Wälti E, Kyburz G, Lehmann P, Fuhrer J (1999) Temporal variation in N₂O and N₂ fluxes from a permanent pasture in Switzerland in relation to management, soil water content and temperature. *Agriculture Ecosystems Environment* 73, 83-91
- Sauvant D, Giger-Reverdin S (2007) Empirical modelling by meta-analysis of digestive interactions and CH₄ production in ruminants. In: Ortigues-Marty I (ed.) *Energy and Protein Metabolism and Nutrition*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. pp 561-562
- Schiemann R, Jenzsch W, Wittenburg H (1972) Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 3. Mitt. Untersuchungen über die Verwertung der Futterenergie bei differenter Nährstoffzusammensetzung. *Archiv Tierernährung* 22, 675-695
- Schneider T, Büscher W (2006) Emissionsfaktoren in der Geflügelmast. *Landtechnik* 61, 90-91.
- 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](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_11/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
- Sibbard I R (1980) Metabolisable Energy in Poultry Nutrition. *BioScience* 30, 736-741
- Simon I (2001) Herkunftsprüfung 2000 für Masthühner auf Haus Düsse: Sehr gute Mastendgewichte. *DGS Magazin* 14/2001, Ulmer, Stuttgart, 10-13
- Simon I, Stegemann J (2005) Erste Erfahrungen mit der neuen Cobb. Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. http://www.duesse.de/gefluegel/pdfs/cobb_iii_2005.pdf [17.01.2007]
- Simon I, Stegemann J (2007) Neue Hähnchenlinien im Fokus. *DGS Magazin* 35/2007, Ulmer, Stuttgart, 25-28
- SLL - Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2005) Infodienst 02/2005 für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/1256_1.pdf
- SLL – Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Sächsischer Tierzuchtreport 2003.
http://www.smul.sachsen.de/applikationen/lfl/publikationen/download/845_1.pdf
- Smil V (1999) Nitrogen in crop production: An account of global flows. *Global Biogeochem Cycles* 13, 647-662
- Smith KA, Dobbie KE, Ball BC, Bakken LR, Sitaula BK, Hansen S, Brumme R, Borken W, Christensen S, Priemé A, Fowler D, MacDonald JA, Skiba U, Klemmedsson L, Kasimir-Klemmedsson A, Degórska A, Orlanski P (2000) Oxidation of atmospheric methane in Northern European soils, comparison with other ecosystems, and uncertainties in the global terrestrial sink. *Global Change Biol* 6, 791-803
- 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>
- Staatliche Zentralverwaltung für Statistik (annual reports) Statistisches Jahrbuch 19XX der Deutschen Demokratischen Republik. Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin, 19XX
- StatBA FS3 R 3 - Statistisches Bundesamt (annual reports A). 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 4.2.1 - Statistisches Bundesamt (annual reports A). Fachserie 3 Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- StatBA FS4 R 8.2 - Statistisches Bundesamt (annual reports A). Fachserie 4 Reihe 8.2 Düngemittelversorgung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (ed) (2003) Statistisches Jahrbuch 2003 für die Bundesrepublik Deutschland. Tab. 8.27.2. Inlandsabsatz von Düngemitteln. 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

- Steffens P (1996) Mires and peat resources in Germany. In: Lappalainen E (ed) Global Peat Resources. International Peat Society, Geological Survey of Finland, Jyskä, Finland. pp 75-78
- Steinbrecher R, Smiatek G, Köble R, Seufert G, Theloke J, Hauff K, Ciccioli P, Vautard R (2008) VOC emissions from Natural and Semi-Natural Vegetation for Europe and neighbouring countries in the East and South: Intra-/Inter-Annual Variability. Atmospheric Environment (submitted)
- Steinbrecher R, Smiatek G, Köble R, Seufert G, Theloke J, Hauff K, Ciccioli P, Vautard R (2008) VOC emissions from Natural and Semi-Natural Vegetation for Europe and neighbouring countries in the East and South: Intra-/Inter-Annual Variability. Atmospheric Environment (submitted)
- Stehfest E, Bouwman L (2006) N₂O 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
- StMLF - Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (o.J.): HI-Tier – Datenbank.
<http://www.hi-tier.de/zdb-adress.html>
- Süphke EH (1988) Stoffwechselfparameter, Milchleistung und Futteraufnahme bei Deutschen Schwarz- und Rotbunt Kühen. Thesis, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 188 pp
- 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>
- Thüringer Landesamt für Statistik, Erfurt
- TLL – Thüringische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007) communicated data
- Tüller R (1990) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1991. Ulmer, Stuttgart, pp. 58-72
- Tüller R (1991) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1992. Ulmer, Stuttgart, pp. 61-74
- Tüller R (1999) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2000. Ulmer, Stuttgart, pp. 120-135
- UBA – Umweltbundesamt (2005) Deutsches Treibhausgasinventar 1990 – 2003. Nationaler Inventarbericht 2005. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Umweltbundesamt, Berlin. 504 pp
- UBA – Umweltbundesamt (2008) Deutsches Treibhausgasinventar 1990 – 2003. Nationaler Inventarbericht 2006. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Umweltbundesamt, Berlin. 534 pp
- UFOP – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen (2004) Anbauratgeber Süßblupine. UFOP-Praxisinformationen. www.ufop.de/downloads/Praxisinfo_blaueSuessblupine.pdf
- UN ECE – United Nations Economic Commission for Europe (2003) Guidelines for estimating and reporting emission data. Prepared by the Task Force on Emission Inventories and Projections and the secretariate. New York, <http://www.unece.org/env/documents/2003/eb/air/ece.eb.air.80.E.pdf>
- UN ECE – United Nations Economic Commission for Europe (2005) <http://www.unece.org/Welcome.html>
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2007) http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/3473.php

- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2008) http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4303.php
- Van Cleemput O (1998) Subsoils: chemo- and biological denitrification, N₂O and N₂ emissions. *Nutrient Cycling Agroecosystems* 52, 187-194
- Vermoesen A, van Cleemput O, Hofman G (1996) Long-term measurements of N₂O emissions. *Energy Conversion 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 S.
- Walenzik G (1996) Auswirkungen von Bodenverdichtungen durch landwirtschaftliche Nutzung auf die N₂- und N₂O-Emissionen aus dem Boden. PhD Thesis Universität Hannover, Fachbereich Gartenbau, 130 pp
- Webb J, Misselbrook TH (2004) A mass-flow model of ammonia emissions from UK livestock production, *Atmospheric Environment* 38, 2163-2176.
- Wecke C, Sünder A, Liebert F (2006) Untersuchungen zum Futterwert von Sojalecithin – Vorläufige Ergebnisse (Feeding value of soya lecithine – preliminary results). In: Rodehurscord M (ed.) 9. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 28.-30. November 2006. Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg. ISBN 3-86010-833-6
- Weier KL, MacRae IC, Myers RJK (1993) Denitrification in a clay soil under pasture and annual crop: estimation of potential losses using intact soil cores. *Soil Biol Biochem* 25, 991-997
- Weingarten P (1995) Das „Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland“ (RAUMIS). *Ber Landwirtschaft* 73, 272-302
- Yan T, Agnew RE, Gordon FJ, Porter MG (2000) Prediction of methane energy output in dairy and beef cattle offered grass silage diets. *Livest Prod Sci* 64: 253 – 263
- ZDS – Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V. (1990 to 2007) Zahlen aus der Deutschen Schweineproduktion. Annual reports. ZDS, Bonn
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (1990 to 2006). Eier und Geflügel. Annual reports. ZMP, Bonn
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (1990 to 2006). Milch. Annual reports. ZMP, Bonn
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (2004). Geflügel 42(25), pg. 6

Aspects of quality assurance: Internal documentation and archiving – a progress report / Qualitätssicherungsaspekte: innere Dokumentation und Archivierung – ein Fortschrittsbericht

Ulrich Dämmgen¹, Brigitte Eurich-Menden² and Helmut Döhler²

Activities to assure and control the quality of an inventory as well as the verification of the data produced are integral constituents of an inventory.

One major element within the QA/QC and verification system is the establishment of adequate reporting, documentation of data flows and archiving procedures (IPCC(2006)-6.1).

Vorgänge zur Qualitätssicherung, Qualitätskontrolle und unabhängige Überprüfung sind wesentliche Bestandteile der Erstellung eines Inventars.

Ein wesentliches Element innerhalb des Systems zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle ist die Schaffung angemessener Verfahren zur Berichterstattung, zur Dokumentation der Datenflüsse und der Vorgänge zur Archivierung (vgl. IPCC(2006)-6.1)

1 Purpose of the German agricultural emission inventory / Zweck des deutschen landwirtschaftlichen Emissionsinventars

The primary purpose of the German agricultural emission inventory is the consultation of the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV). In particular, the emission inventory is to provide information about emissions, emission reduction potentials as well as the consequences of measures taken to alter agricultural practice. In order to achieve this, an inventory requires a comparatively high resolution in both space and time and a thorough and detailed description of the emission sources. (Dämmgen et al., 2006; Gauger et al., 2006)

Such an inventory has to be reliable and transparent as well as sufficiently exact. If these conditions are met, it will also be adequate to serve the international reporting obligations.

Der vorrangige Zweck des deutschen landwirtschaftlichen Emissionsinventars ist die Beratung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Hierzu soll das Inventar Erkenntnisse zur Emissionsminderung erarbeiten; es soll die Folgen von Veränderungen in landwirtschaftlichen Betriebsabläufen vorhersagen können. Um dies leisten zu können, muss ein Inventar eine vergleichsweise hohe räumliche und zeitliche Auflösung aufweisen und eine detaillierte Beschreibung der Emissionsquellen erlauben (Dämmgen et al., 2006; Gauger et al., 2006).

Solch ein Inventar muss zuverlässig und transparent sowie hinreichend exakt sein. Wenn es diese Bedingungen erfüllt, kann es auch zur internationalen Berichterstattung herangezogen werden.

2 Data flow / Datenflüsse

The reporting procedures require a detailed documentation of the data flow from the sources to the national recipient.

The flow of data in the German agricultural emission inventory is illustrated in Figure.

Primary sources are listed on the left hand side of the figure.

Basic information is provided by official statistics, i.e. by the Statistisches Bundesamt (federal statistics agency, StatBA, Destatis) the Statistische Landesämter (statistics agencies of the

Die Verfahren der Berichterstattung erfordern eine Dokumentation der Datenflüsse von den Quellen bis zur nationalen Berichterstattungsstelle.

Die Datenflüsse im deutschen landwirtschaftlichen Emissionsinventar sind in Figure wiedergegeben.

Die Primärquellen sind auf der linken Seite der Abbildung aufgelistet.

Wesentliche Datengrundlage sind die Mitteilungen der amtlichen Statistik, d.h. des Statisti-

¹ Johann Heinrich von Thunen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Agricultural Climate Research, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

² Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, Germany

federal states, StatLÄ) as well as Deutscher Wetterdienst (German Weather Service, DWD). Amongst others, these data are also used by the agricultural sector model RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationsSystem für Deutschland, see Chapter 16.2 of the “Methods and Data” section) which is maintained at the vTI Institute of Rural Studies.

Another extensive data base is maintained by KTBL.

In their annual reports, various associations and societies contribute important data.

schen Bundes-amtes (StatBA, Destatis) und der Statistischen Landesämter (StatLÄ) sowie des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Deren Daten fließen unter anderem in das Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationsSystem für Deutschland (RAUMIS, vgl. Kapitel 16.2 des Teiles „Methoden und Daten“) ein, das am vTI-Institut für Ländliche Räume gepflegt wird.

Eine weitere umfangreiche Datenbasis wird an KTBL gehalten und bereitgestellt.

Einige Verbände und Gesellschaften stellen mit ihren Jahresberichten wichtige Daten bereit.

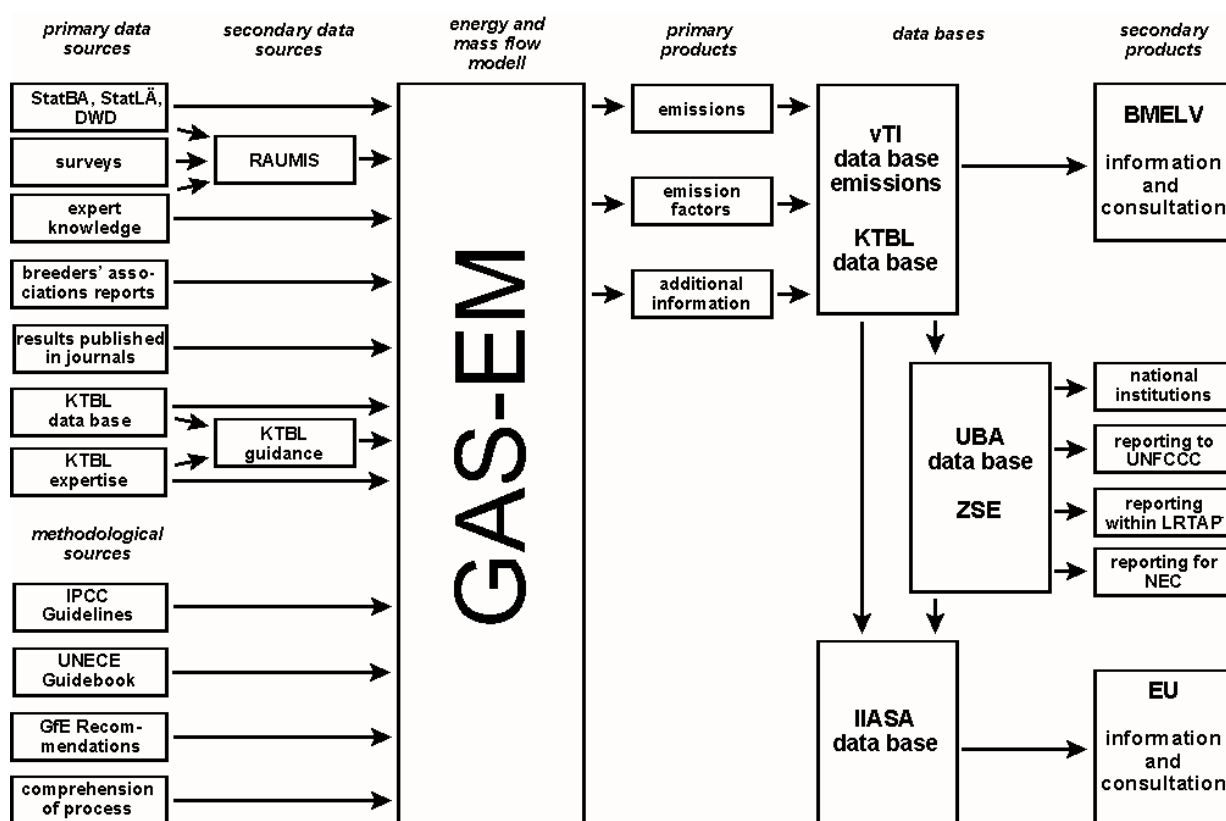


Figure 1: Data flow in the German agricultural emission inventory / Datenflüsse in der landwirtschaftlichen Emissionsberichterstattung

2.1 Provision of emission data from German agriculture to ZSE / Bereitstellung von emissionsdaten an ZSE

The German Secretaries of State of the Federal Ministries involved in emission reporting for greenhouse gases agreed that the emissions from the agricultural sector are to be assessed and reported by the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) (BMU, 2007).

An agreement on the reporting of emissions of air pollutants is being discussed at present (August 2008) (BMU, 2008).

Prior to that, the then Federal Ministry of Con-

Die Staatssekretäre derjenigen Bundesministerien, die mit der Erstellung von Emissionsinventaren für Treibhausgase befasst sind, haben beschlossen, dass die Inventare im Sektor Landwirtschaft im Bereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) erstellt werden (BMU, 2007).

Eine entsprechende Übereinkunft zur Berichterstattung über luftverschmutzende Gase wird zurzeit (August 2008) diskutiert (BMU, 2008).

Bereits zuvor hatte das damalige Bundesmi-

sumer Protection, Food and Agriculture (BMVEL) had appointed the Federal Agricultural Research Centre (FAL) to establish emission and sink inventories with regard to international obligations in connection with climate and emission protection (BMVEL, 2003).

A comprehensive treatment of the emissions and depositions as well as carbon pools was asked for, as was the close cooperation between the institutions of the BMELV and the Federal Environmental Agency (UBA).

This enactment also obliged FAL to report the relevant data and the necessary documentation to UBA.

At FAL, the Institute of Agricultural Ecology (FAL-AOE) was given the task to take care of these subjects.

In 2006, an enactment followed obliging FAL to produce emission projections on a regular basis (BMELV, 2006). In FAL, this task was delegated to the Institute of Rural Studies (FAL-LR), which had to deal with this subject in cooperation with FAL-AOE.

Without any formal enactment, the Association for Technology and Structure in Agriculture (KTBL) has always been a close partner in emission reporting.

With the restructuring of the research institutes of BMELV, the tasks of FAL passed to the von Thünen-Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI).

Under the overall control of the Institute of Agricultural Climate Research (vTI-AK, successor of FAL-AOE), the task of emission reporting is to be performed by vTI-AK in cooperation with vTI-LR and KTBL.

The three institutes are cooperating in joint research activities aiming at a steady improvement of the inventories. Since 2007, the reporting activities have been partly financed by special resources provided by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, as agreed on by the Secretaries of State in June 2007 (BMU, 2007).

nisterium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) angewiesen, Inventare zu den landwirtschaftlichen Emissionen und Senken zu erstellen, um die internationalen Berichtspflichten im Hinblick auf Klimaschutz und Emissionsschutz erfüllen zu können (BMVEL, 2003).

Gewünscht war eine umfassende Behandlung der Emissionen und Depositionen sowie der Kohlenstoff-Vorräte in enger Zusammenarbeit zwischen Einrichtungen im nachgeordneten Bereich des BMVEL und dem Umweltbundesamt (UBA).

Der entsprechende Erlass verpflichtete die FAL, die erforderlichen Daten einschließlich der notwendigen Dokumentation an das UBA zu berichten.

An der FAL wurde das Institut für Agrarökologie (FAL-AOE) mit der Durchführung dieser Aufgabe federführend betraut.

Im Jahre 2006 wurde die FAL durch Erlass (BMELV, 2006) damit beauftragt, regelmäßige Emissionsprognosen zu erstellen. In der FAL wurde diese Aufgabe federführend dem Institut für Ländliche Räume (FAL-LR) übertragen. Dies sollte die Aufgaben gemeinsam mit FAL-AOE bearbeiten.

Ohne eine formale Verpflichtung, ist das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) stets in enger Partnerschaft in die Emissionsberichterstattung eingebunden gewesen.

Mit der Umstrukturierung der Forschungsinstitute im nachgeordneten Bereich des BMELV sind die Aufgaben an das von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI) übergegangen.

Die Emissionsberichterstattung erfolgt nunmehr unter Federführung des Instituts für Agrarrelevante Klimaforschung (vTI-AK als Nachfolgeinstitut von FAL-AOE) in Zusammenarbeit mit vTI-LR und KTBL.

Die drei Institute arbeiten in gemeinsamen Forschungsprojekten zusammen, deren Ziel die Verbesserung der Inventare ist. Seit 2007 werden die Arbeiten zur Erstellung der Inventare durch Sondermittel finanziert, die das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) bereitstellt (BMU, 2007).

2.2 GAS-EM and its methodological sources / GAS-EM und seine methodischen Grundlagen

The central component of emission reporting is GAS-EM, a modular programme to estimate gaseous and particulate emissions from animal husbandry, arable and grassland as well as from agricultural soils. In most cases, it considers the mass flow of carbon and nitrogen through the production system as far as necessary. This tool is described in detail in Dämmgen et al., 2008.

Schlüsselkomponente der Emissionsberichterstattung ist GAS-EM. GAS-EM ist ein modulares Programm zur Berechnung gasförmiger und partikelförmiger Emissionen aus der Tierproduktion und der Pflanzenproduktion /Grünland, Ackerland). In den meisten Fällen verfolgt das Modell die Flüsse von Kohlenstoff und Stickstoff durch das System so weit, wie dies notwendig ist.

The model is constructed in accordance with the relevant guidance documents provided by IPCC and UNECE. However, it is to reflect the national conditions and the state of science.

GAS-EM may deviate from the guidance documents mentioned above if the progress in science allows for it. Any decision to deviate from the “well trodden path” is discussed internationally, before it results in the application of new methods (see e.g. Chapter 2.5.2.1).

Dieses Werkzeug ist bei Dämmgen et al. (2008) ausführlich beschrieben.

Das Modell ist unter Berücksichtigung der IPCC- und UNECE-Richtlinien erstellt. Es berücksichtigt nationale Gegebenheiten und den Stand des Wissens.

GAS-EM kann von diesen Richtlinien abweichen, wenn der Fortschritt der Wissenschaft dies zulässt. Jede Entscheidung, diesen „üblichen Weg“ zu verlassen, wird zuvor in internationalen Gremien diskutiert, bevor sie sich in einer Änderung der Methoden niederschlägt (siehe z.B. Kapitel 2.5.2.1).

2.3 Provision of statistical data to serve GAS-EM / Die Bereitstellung von Daten für GAS-EM

2.3.1 Official statistics data / Daten der amtlichen Statistik

In principle, animal numbers and land utilization data are provided by the German Statistics Office (Destatis). Destatis collates many of these data from the respective statistics offices of the German federal states. Most of these data are publicly available. However, important data for single districts may not be available. Here, vTI and Destatis agreed on a procedure to use these data without violating the legislation concerning data protection. Furthermore, both institutions signed an agreement on close cooperation and data exchange (Destatis, 2008).

Im Prinzip werden Tierzahlen und Daten zur Landnutzung vom Statistischen Bundesamt (Destatis) bereitgestellt. Destatis wiederum führt dabei Daten aus den Statistischen Landesämtern zusammen. Die meisten dieser Daten sind öffentlich verfügbar. Daten für einzelne Kreise können jedoch aus Gründen des Datenschutzes unzugänglich sein. Für diese Fälle haben vTI und Destatis ein Verfahren vereinbart, dass die Nutzung dieser Daten ohne Verletzung der Datenschutzvorschriften erlaubt. Darüber hinaus haben beide Institutionen eine Vereinbarung über enge Zusammenarbeit und Datenaustausch unterzeichnet (Destatis, 2008).

2.3.2 HIT data / HIT-Daten

The HIT system to guarantee the knowledge of origin of animals and to safeguard the respective information (Herkunftssicherungs- und Informations-system für Tiere) provides slaughter weights and age at slaughtering for cattle. The Bavarian Ministry for Agriculture and Forestry (StMLF) collates these data and conveys them to vTI-AK.

The data transfer is based on an agreement between BMELV (correspondence: BMELV, 2007), StMLF and vTI-AK.

Das Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HIT) liefert Schlachtgewichte und Schlachttalter für Rinder. Das Bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten bereitet die Daten für vTI-AK auf und übermittelt sie.

Grundlage ist eine Übereinkunft zwischen BMELV (Schriftverkehr: BMELV, 2007), StMLF und vTI-AK.

2.3.3 RAUMIS data / RAUMIS-Daten

Data regarding the frequency distributions for feeding, 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), which is kept and developed

Die Daten zu den Häufigkeitsverteilungen für die Fütterung, von Haltungsförm (Anteile Weidehaltung / Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen), Lagerungsformen und Ausbringungstechniken (bei Wirtschaftsdüngern) wurden mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationsSystem für Deutschland) gewonnen, das am Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche

at the Institute of Farm Economics and Rural Studies of FAL.

BMVEL (2003) includes the use of RAUMIS data.

A detailed introduction to RAUMIS can be found in Dämmgen et al. (2008), Chapter 16.2.

Räume der FAL betrieben und weiterentwickelt wird.

BMVEL (2003) schließt den Gebrauch von RAUMIS-Daten ein.

Eine ausführlichere Einführung findet sich bei Dämmgen et al. (2008), Kapitel 16.2.

2.3.4 *KTBL recommendations on planning and operating agricultural enterprises / KTBL-Empfehlungen zur Betriebsplanung in landwirtschaftlichen Unternehmen*

Using the extensive KTBL database and other fundamental data, KTBL provides a series of almost complete descriptions of production processes in animal husbandry and plant production. The latest edition in book-form appeared in 2006 (KTBL, 2006).

Unter Verwendung seiner umfangreichen Datenbank und weiterer wichtiger Daten erstellt KTBL (nahezu) vollständige Beschreibungen der Prozesse in der Pflanzen- und Tierproduktion. Die letzte Ausgabe in Buchform datiert aus 2006 (KTBL, 2006).

2.3.5 *GfE recommendations for the supply of energy and nutrients to agricultural animals / GfE-Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Nutztieren*

In animal husbandry, the German Society of Nutrition Physiology (GfE) collates the information on energy and nutrient requirements of the important animal categories. The publications are used preferably to derive emissions from enteric fermentation as well as carbon and nitrogen excretion rates.

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) erstellt für alle wichtigen Tierkategorien Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung. Diese Veröffentlichungen werden vorzugsweise genutzt, um die Emissionen aus der Verdauung und die Ausscheidungen von Kohlenstoff und Stickstoff abzuleiten.

2.3.6 *DLG publications / Veröffentlichungen der DLG*

DLG, the German Agricultural Society, regularly publishes data on standard animal excretion rates in Germany. The most up-to-date include editions contain a discussion about the derivation of these data together with energy and feed intakes. Latest edition: DLG (2005)

Die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) veröffentlicht regelmäßig Standarddaten zu Ausscheidungen in der deutschen Tierhaltung. Die aktuelle Ausgabe (DLG, 2005) enthält eine ausführliche Dokumentation zur Ableitung dieser Daten aus Energie- und Fütterungsdaten.

2.3.7 *Data provided by breeders' associations and similar institutions / Daten, die von Verbänden der Tierzüchter und ähnlichen Organisation bereitgestellt werden*

In Germany, animal breeders' associations publish annual reports which contain valuable information otherwise inaccessible. vTI-AK has subscribed to the relevant publications of

- ADR Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderzüchter (association of German cattle breeders)
- ZDS Zentralverband der deutschen Schweineproduktion (central association of German pig production)
- ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle (central market and price reporting agency), reports on egg and poultry as well as milk production

vTI-AK and KTBL are members of HORTIGATE, an internet information platform for

Die deutschen Züchterverbände veröffentlichen Jahresberichte mit wichtigen Informationen, die sonst unzugänglich sind. vTI-AK hat die relevanten Veröffentlichungen abonniert. Im Einzelnen sind dies:

- ADR Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderzüchter
- ZDS Zentralverband der deutschen Schweineproduktion
- ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle

vTI-AK und KTBL sind Mitglieder von HORTIGATE. HORTIGATE ist eine Internet-

market gardening that provides data on fertilisation and nutrient contents of horticultural crops. HORTIGATE is implemented and updated by the Bundesfachgruppe Gemüsebau (Federal Expert Group on Vegetable Gardening) of the Zentralverband Gartenbau (Central Association of Market Gardening).

A host of information can be extracted (though not on a regular base) from

- Geflügeljahrbuch (Poultry Annual)

to which vTI-AK has subscribed.

Information on buffalo is obtained from the Deutscher Büffelverband (German buffalo society).

2.4 Archiving / Datenarchivierung

At vTI-AK, most data sets contain data for the 440 German districts. During the construction of the inventory, these data are kept on both the local computers and on the vTI server, where they are transferred to tape at least once a day. A copy of the tape is made in regular intervals and stored in a different location. Both locations are well protected from elementary damage (fire and flooding).

The complete inventory is saved on a set of DVDs, which is kept in vTI-AK.

The aggregated data set which contains the data for federal states only, is transferred to UBA and is safeguarded there.

The documentation is printed in two volumes, one covering the description of the procedures and the data sources, the other one providing a complete set of tables, is printed as a special edition of Landbauforschung.

All literature referred to in the documentation is archived at vTI-AK.

2.5 Verification / Überprüfungen

2.5.1 External reviews / Begutachtung durch auswärtige Einrichtungen

Cross country review Germany – Finland, August 2004

In August 2004, a voluntary cross country review was carried out between Germany and Finland for the key sources energy and agriculture.

The results are compiled in Lechtenböhmer et al., (2005)

UNFCCC in country review 2004

Plattform, die Daten zur Düngung und zu Nährstoffgehalten von Gemüse bereitstellt. HORTIGATE wird von der Bundesfachgruppe Gemüsebau des Zentralverbands Gartenbau betrieben und gepflegt.

Ein Menge von Information können – wenn auch nicht in regelmäßiger Form – aus dem

- Geflügeljahrbuch

erhalten werden, das von vTI-AK abonniert ist.

Informationen zur Büffel-Haltung werden vom Deutschen Büffelverband erhalten.

Die meisten von vTI-AK erstellten Datensätze enthalten Daten für die 440 deutschen Kreise. Während der Erstellung des Inventars werden diese Daten auf den örtlichen Computern sowie auf dem zentralen vTI-Server gesichert. Sie werden einmal täglich auf Band gesichert. Von diesem Band wird in regelmäßigen Abständen eine Band-Kopie erstellt, die an einem anderen Ort aufbewahrt wird. Beide Aufbewahrungsorte sind gegen Elementarschäden (Feuer und Wasser) gesichert.

Das komplette Inventar wird auf DVD gesichert.

Der aggregierte Datensatz, der lediglich Daten für die Bundesländer enthält, wird am UBA zusätzlich sicher verwahrt.

Die Dokumentation des Inventars wird in zwei Bänden als Sonderheft der Zeitschrift „Landbauforschung“ gedruckt. Einer der Bände enthält die Beschreibung der Daten und Methoden, der andere einen kompletten Satz der Tabellen.

Die gesamte Literatur, auf die die Dokumentation verweist, wird in vTI-AK archiviert.

Cross country review Deutschland – Finnland, August 2004

Im August 2004 wurde für die Hauptquellen Energie und Landwirtschaft ein Cross Country Review mit Finnland durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Lechtenböhmer et al. (2005) dargestellt.

UNFCCC in country review 2004

From September 27 to October 1, 2004, an in country review was conducted by the UNFCCC secretariate.

The results were compiled in UNFCCC (2005).

UNFCCC in country review 2007

From June 11 to June 16, 2007, another in country review was conducted by the UNFCCC secretariate.

The results were published in UNFCCC (2008).

Vom 27. September bis 1. Oktober 2004 fand ein In-country-Review durch das UNFCCC-Sekretariat statt.

Das Ergebnis ist in UNFCCC (2005) zusammengestellt.

UNFCCC in country review 2007

Vom 11. bis 16. Juni 2007 fand ein weiterer In-country-Review durch das UNFCCC-Sekretariat statt.

Das Ergebnis ist in UNFCCC (2005) zusammengestellt.

2.5.2 Other reviews / Weitere Überprüfungen

2.5.2.1 EAGER activities / Arbeiten der EAGER-Gruppe

The EAGER group of agricultural emission experts (EAGER, 2005) promotes the development of emission modelling and critically compares the methods and results in northwest European countries.

First results of this cooperative work were published in Reidy et al. (2008).

Die EAGER-Gruppe aus landwirtschaftlichen Emissionsexperten (EAGER, 2005) hat sich zum Ziel gesetzt, das Modellieren landwirtschaftlicher Emissionen zu verbessern und die in den Ländern Nordwest-Europas angewendeten Methoden und die erzielten Ergebnisse kritisch zu vergleichen.

Erste Ergebnisse dieser Arbeiten sind in Reidy et al. (2008) veröffentlicht.

2.5.2.2 KTBL expert groups / KTBL-Expertengruppen

During the last years several KTBL expert groups have worked in the field of emission data. The main targets for new KTBL expert groups will be the verification of the national emission factors for animal husbandry, renewable energy and plant production and the identification of the most effective abatement measures. In addition the calculation for emission abatement costs will be reviewed.

Expertengruppen des KTBL haben in den vergangenen Jahren im Bereich der Emissionsdaten gearbeitet. Hauptziel neuer KTBL-Expertengruppen ist die Überprüfung der nationalen Emissionsfaktoren auf den Gebieten der Tierhaltung, der erneuerbaren Energien und der Pflanzenproduktion. Ein wesentlicher Gesichtspunkt ist die Identifizierung der wirksamsten Minderungsmaßnahmen. Zusätzlich wird die Quantifizierung der Kosten für Emissionsminderungen überarbeitet.

2.5.2.3 Comparisons with atmospheric measurements / Vergleich mit atmosphärischen Messungen

Reduced nitrogen species are almost entirely originating from agriculture. As there are no chemical reactions in the atmosphere transforming them into other species, their only sinks are vegetation, soils and surface waters (Dämmgen and Erismann, 2005).

Long time series exist in Germany for the monitoring of depositions with atmospheric reduced nitrogen both in bulk and wet-only deposition. Some of them may be unreliable due to inadequate sampling (Dämmgen et al., 2005). VDI developed a guidance document to improve sampling (VDI 2008 a). This is of special importance for nitrogen species.

Verbindungen von reduziertem Stickstoff stammen praktisch ausschließlich aus landwirtschaftlichen Quellen. Chemische Reaktionen, die sie in andere Spezies überführen, existieren praktisch nicht. Die einzigen Senken sind deshalb die Vegetation, die Böden und die Oberflächengewässer (Dämmgen und Erismann, 2005).

In Deutschland existieren lange Zeitreihen der Depositionen von reduziertem atmosphärischem Stickstoff als bulk- und wet-only-Deposition. Manche sind wahrscheinlich wegen unzureichender Sammeltechniken unzuverlässig (Dämmgen et al., 2005). Mittlerweile wurde eine VDI-Richtlinie entwickelt, die das Sammeln von Depositionen verbessern soll (VDI 2008a). Sie ist

Monitoring of atmospheric ammonia and ammonium concentrations has been sparse (see Dämmgen and Erisman, 2006). This is partly due to the fact that measuring standards were not available. However, this has led to activities the aim of which was to identify sampling techniques for ammonia and ammonium concentrations in ambient air (VDI, 2008 b, 2009).

At present, the existing time series of deposition and concentration measurements reflect the trends established in emission modelling.

Atmospheric flux measurements of gaseous ammonia and particulate ammonium in ambient air have been restricted to very few places so far. The methods applied reflecting the art are not yet considered applicable in general.

für Stickstoff-Spezies von besonderer Bedeutung.

Monitoring von atmosphärischen Ammoniak- und Ammonium-Konzentrationen wird selten durchgeführt (vgl. Dämmgen und Erisman, 2006). Dies ist zumindest teilweise darauf zurück zu führen, dass Standardverfahren nicht existierten. Dieser Mangel hat aber dazu geführt, dass geeignete Sammeltechniken identifiziert und in Regelwerken beschrieben wurden (VDI, 2008 b, 2009).

Die vorhandenen Messungen von Konzentrationen und Depositionen bestätigen die Trends, die beim Modellieren der Emissionen beobachtet wurden.

Atmosphärische Flussmessungen an Ammoniak in und Ammonium der Umgebungsluft sind bisher nur an wenigen Orten möglich. Bisher waren die verwendeten Methoden so aufwändig, dass sie als nicht generell anwendbar bezeichnet werden müssen.

3 References / Literatur

- BMELV (2006) Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien. Enactment. Letter to the President of the Federal Agricultural Research Centre (FAL), dd. 31-8-2006, AZ 226-0945/27
- BMELV (2007) Correspondence: FAL-AOE to BMELV, letter dd. 29-3-2007; BMELV to StMLF: email dd. 23-4-2007; FAL-AOE to StMLF: email dd. 5-5-2007; StMLF to FAL-AOE: email dd. 25-5-2007
- BMU (2007) Grundsatzpapier „Nationales System“ zur Emissionsberichterstattung. dd. 5-6-2007
- BMU (2008) Ressortvereinbarung zwischen dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit über die Erstellung von Inventaren und Prognosen für Emissionen aus der Landwirtschaft und Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft. Draft
- BMVEL (2003) Emissions- und Senkeninventare im Rahmen internationaler Verpflichtungen zum Klima- und Emissionsschutz. Enactment. Letter to the President of the Federal Agricultural Research Centre (FAL), dd. 9-5-2003, AZ 226-318-2/6
- Dämmgen U, Döhler H, Lüttich 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. Landbauforschung Völknerode 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, A. (eds): Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 97-112.
- Dämmgen U, Erisman JW (2006) Emission, Ausbreitung und Immission von Ammoniak und Ammonium - Übersicht über den gegenwärtigen Stand des Wissens. In: KTBL (ed.): Emissionen der Tierhaltung. KTBL-Tagung vom 5. bis 7. Dezember 2006, Bildungszentrum Kloster Banz, S. 65-78.
- Dämmgen U, Haenel H-D, Rösemann C, Conrad J, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Laubach P, Müller-Lindenlauf M, Bernhard Osterburg B (2008) Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Re-port (NIR) 2009 for 2007. Methods and Data (GAS-EM). This volume, pg. 9-353
- Dämmgen U, Erisman JW, Cape JN, Grünhage L, Fowler D (2005) Practical considerations for addressing uncertainties in monitoring bulk deposition. Environmental Pollution 134, 535-548.
- Destatis (2008) Kooperationsvereinbarung zwischen dem Statistischen Bundesamt [...] und dem Johann Heinrich von Thünen-Institut [...] betreffend Berichtsmodul 'Emissionen in der Landwirtschaft'. Bonn und Braunschweig, February 2008
- DLG – Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (ed.) (2005) Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG/Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt/Main. 69 pp.
- EAGER (2005) European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.
- 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. Landbauforschung Völknerode Spezial Issue 291, 11-19.

- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2006) Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07. KTBL-Datensammlung. 20th ed., Darmstadt: KTBL, 672 pp
- Lechtenböhmer S, Harthan R, Dämmgen U, Strogies M (2005) Umsetzung des Inventarplanes und nationale unabhängige Überprüfung der Emissionsinventare für Treibhausgase. Teilvorhaben 01 Pilotstudie - unabhängige bilaterale Inventarüberprüfung. Endbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. FKZ: 202 42 203. Wuppertal, Berlin, Braunschweig, Dessau, November 2005
- 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 NH₃ emission inventories from agriculture: liquid manure systems. *Atmospheric Environment* 42 ,3452-3467
- Reidy B, Webb J, Misselbrook TH, Menzi H, Luesink HH, Hutchings NJ, Eurich-Menden B, Döhler H, Dämmgen U (2009) Comparison of models used for national agricultural ammonia emission inventories in Europe: litter-based manure systems. *Atmospheric Environment*, submitted.
- UNFCCC (2005) Report of the individual review of the greenhouse gas inventory submitted in the year 2004. <http://unfccc.int/resource/webdocs/iri/2004/deu.pdf>
- UNFCCC (2008) Report of the individual review of the greenhouse gas inventory of Germany submitted in 2006. <http://unfccc.int/resource/docs/2008/arr/deu.pdf>
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft (2008 a) Messung atmosphärischer Depositionen. Probenahme mit Bulk- und Wet-Only-Sammlern. VDI 4320, sheet 1. In print
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft (2008 b) Messen von Ammoniak in der Außenluft. Probenahme mit beschichteten Diffusionsabscheidern (Denudern). Fotometrische bzw. ionenchromatografische Analyse. VDI 3869, sheet 3. In print
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft (2009) Messen von Ammoniak in der Außenluft. Probenahme mit Passivsammlern. Fotometrische bzw. ionenchromatografische Analyse. VDI 3869, sheet 4. In preparation

Annahmen für die Prognose der Gasemissionen aus der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2010, 2015 und 2020¹

Bernhard Osterburg² und Ulrich Dämmgen³

Mit Schreiben an die FAL vom 06.09.2007 (AZ 226-04/0000) hat BMELV das Institut für Ländliche Räume aufgefordert, in Abstimmung mit dem Institut für Agrarökologie an der Erstellung von Projektionen für die Emissionsberichterstattung mitzuwirken. Die hier vorgestellten Annahmen bauen auf ein Papier des Institut für Ländliche Räume vom 14. Juli 2005, Kommentare des BMELV zu diesem Papier vom April 2006 sowie ein Papier zur Abstimmung von Aktivitätsdaten mit IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) in Laxenburg durch das Institut für Agrarökologie vom Dezember 2007 auf (Dämmgen, 2007). Die Fassung vom 10. Dezember 2007 wurde auf Grundlage der Stellungnahme des BMELV, koordiniert durch das Referat 411, vom 20.05.2008 überarbeitet. Weiterhin sind unveröffentlichte Daten aus Arbeiten des Modellverbunds der vTI-Agrarökonomie zur Baseline-Projektion für das Jahr 2015 sowie zum „Health Check“ der Gemeinsamen Agrarpolitik eingeflossen.

Daten aus dem aktuell stattfindenden Aufbau einer neuen Baseline-Projektion durch den Modellverbund des Bereichs Agrarökonomie konnten nicht mehr in die hier vorgestellten Annahmen einfließen. Vor dem Hintergrund sich wandelnder Agrarmärkte und der steigenden Nachfrage nach erneuerbaren Energien aus dem Agrarsektor sind ältere Baseline-Projektionen des Modellverbunds nur eingeschränkt nutzbar. Der Zeithorizont für die aktuellen Baseline-Arbeiten soll bis zum Jahr 2015 reichen. Vorteile der Einbindung der Arbeiten des Modellverbundes sind, dass neben Trendfortschreibungen auch Auswirkungen der Marktentwicklungen und absehbarer Änderungen der politischen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Die Baseline-Projektionen basieren auf einer Analyse vergleichbarer Arbeiten auf EU- und internationaler Ebene, dem Einsatz der verschiedenen agrarökonomischen Modelle auf Betriebs-, Regions-, EU- und Weltmarktebene und werden mit dem BMELV unter Federführung des Referats 411 abgestimmt.

Für die Emissionsberichterstattung wurde mit dem Institut für Agrarökologie vereinbart, Projektionen für die Zieljahre 2010, 2015 und 2020 zu erarbeiten. Die Abstimmung zwischen dem agrarökonomischen Modellverbund und den Projektionen für die Emissionsberichterstattung sollte in den kommenden Jahren in Hinblick auf Annahmen zu Politik-, Produktivitäts- und Marktentwicklungen und den betrachteten Zeithorizont weiter intensiviert werden. Zu berücksichtigen ist, dass Projektionen für die Emissionsberichterstattung erhöhte Anforderungen an die Datentiefe stellen, z. B. bezüglich Verfahrensausprägungen und Produktionsmanagement.

1 Annahmen

Die hier vorgestellten Projektionen stellen erwartete Zustände in den Zieljahren dar, wie sich unter Fortschreibung heute bekannter Trends und politischer Rahmenbedingungen einschließlich der Implementierung bereits beschlossener politischer Anpassungen einstellen würden. Im Folgenden sind einige wichtige Annahmen vorgestellt, die auf Ergebnisse des Modellverbunds der vTI-Agrarökonomie aufbauen (Kleinhanss et al., 2004; Isermeyer et al., 2005 und 2006; Gömann et al., 2008). Zu berücksichtigen ist, dass wichtige Annahmenbereiche untereinander in Interaktion stehen.

- Milchquote bleibt bis zum Jahr 2014/15 bestehen und wird gegenüber 1999 um 1,5 % aufgestockt. Eine weitere Quotenaufstockung von 2 % ab April 2008 wurde vom Europäischen Rat beschlossen. Weitere Quotenaufstockungen werden derzeit im Rahmen des „Health Check“ der Gemeinsamen Agrarpolitik diskutiert. Der vorliegende Vorschlag der EU-

¹ Stand 10. Juli 2008

² Johann Heinrich von Thunen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Rural Studies, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

³ Johann Heinrich von Thunen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Agricultural Climate Research, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

Kommission vom Mai 2008 beinhaltet eine Erhöhung in vier Schritten um jeweils 1 %, um einen Ausstieg aus der Quotenregelung vorzubereiten. Die Produktivitätssteigerungen in der Milchproduktion von bisher ca. 130 kg Platz⁻¹ a⁻¹ führen zusammen mit der Begrenzung der Produktionsmengen zu einem Rückgang der Rinderbestände (Milchvieh und aus der Milchviehhaltung stammendes Jungvieh zur Nachzucht und Mast). Diese Leistungssteigerungen werden sich aber voraussichtlich etwas abschwächen. Der unter den genannten Annahmen mit dem Modell RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem für Deutschland) berechnete Milchviehbestand im Jahr 2015 wurde als Referenz für die Schätzung der Milchkuhbestandsentwicklung verwendet.

Ohne einen Beschluss auf EU-Ebene wird es nach 2014/15 keine Milchquote mehr geben, d.h. dass in der Baseline-Projektion für das Jahr 2020 von einer Aufhebung der Quote ausgegangen werden müsste. Projektionen des vTI-Modellverbunds unter pessimistischen Preisannahmen und ohne Milchquote kommen für das Zieljahr 2015 zu ambivalenten Ergebnissen zwischen +3,8 und -10,8 % Änderung der Produktionsmenge gegenüber der Situation mit Quote. Unter optimistischeren Preisannahmen, die unter den aktuellen Bedingungen des Jahres 2008 für wahrscheinlicher gehalten werden, ist mit einer Steigerung der Milchproduktion von bis über 10 % zu rechnen. Diese geht mit einer Verdrängung der Mutterkuhhaltung, aber auch mit einer Intensivierung der Futterproduktion einher, so dass die kumulierten Effekte auf das Emissionsgeschehen schwer einzuschätzen sind.

- Bei Mutterkühen, Mastbullen und Schafen bewirkt die Entkopplung der bisher tierbezogenen Direktzahlungen weitere Bestandsrückgänge. Wie stark die antizipierten Rückgänge ausfallen werden und wie schnell sie eintreten, ist ungewiss. Die Bestandsentwicklung von Mutterkühen und Schafen hängt auch an der künftigen Förderung extensiver Weidehaltung durch Ausgleichszulage und Agrarumweltmaßnahmen ab. Eine weitere Umstellung auf ökologischen Landbau hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Tierbestände, allenfalls wird der Mutterkuhbestand durch die Förderung stabilisiert.
- Die Anbauflächen von Ölsaaten und Mais nehmen (anders als bisher vor dem Hintergrund der Entkopplung der Direktzahlungen erwartet) aufgrund steigender Preise und der steigenden Produktion nachwachsender Rohstoffe auf Kosten der Flächenstilllegung und z.T. auch der Getreidefläche zu (siehe Abbildung A1). Im Anbaujahr 2007/08 wurde die Stilllegungsverpflichtung für ein Jahr ausgesetzt, im Rahmen des „health checks“ der EU-Agrarpolitik wurde eine endgültige Aufhebung vorgeschlagen. Die Möglichkeiten, Stilllegungsflächen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe zu nutzen, verbessern sich durch die Zunahme zugelassener Energiepflanzen und die steigende Zahl von Konversionsanlagen. Daher ist auch unter Beibehaltung der Stilllegungsverpflichtungen mit einer Zunahme der produktiven Nutzung zu rechnen.
- Die Entwicklung des Ölsaatenanbaus hängt vor allem von der künftigen Biodieselnachfrage ab. Es wird unterstellt, dass der Anbau bis 2010 auf rd. 1,5 Mio. ha steigt (von derzeit 1,4 Mio. ha). Ein möglicherweise zunehmender Import von Ölsaaten sorgt hier aber für erhebliche Unsicherheiten.
- Die Zuckermarktreform wird voraussichtlich zu einer Erhöhung der deutschen Quote um 238.000 t (+7%) führen. Außerdem dürfte der Anbau von Rüben außerhalb der Quote für den Non-Food-Bereich zunehmen. Andererseits ist mit weiteren Ertragssteigerungen und einer Zunahme des Zuckerimports zu rechnen. Deshalb wird unterstellt, dass der Rübenanbau weiter leicht zurückgeht (Isermeyer et al., 2005).
- Die Entwicklung der Silomaisfläche hängt vom rückläufigen Trend der Rinderbestandszahlen und der zunehmenden Produktion für Biogasanlagen ab. Derzeit stagniert aufgrund der sehr hohen Nahrungsmittelpreise und steigender Opportunitätskosten der Fläche (Flächenverknappung) die Investition in den Bau neuer Biogasanlagen. Mittelfristig ist in Abhängigkeit von der Relation zwischen Agrarpreisen und der Förderung erneuerbarer Energien mit einer weiteren Zunahme von Biogasanlagen zu rechnen, die aber möglicherweise stärker auf Güllebasis arbeiten werden.
- Bezüglich der Grünlandfläche ist aufgrund aktueller Zahlen ein weiterer Rückgang zu erwarten, der bei Erreichen eines bestimmten prozentualen Rückgangs auf Länderebene gegenüber dem Referenzjahr 2005 durch Cross Compliance begrenzt werden wird. In Hessen und Süddeutschland ist der Trend zum Rückgang derzeit weniger ausgeprägt (siehe Abbildung A2). Restriktionen des Grünlandumbruchs müssen nach EU-Vorgaben zwingend erst

bei 10 % greifen, in Deutschland ist eine einzelbetriebliche Pflicht zur Wiederansaat von umgebrochenem Grünland bei 8 % Grünlandverlust auf Länderebene vorgesehen.

- Die Entwicklung des Stickstoff-Mineraldüngereinsatzes ist u.a. abhängig von den Preisentwicklungen, Flächennutzung und Ertragszuwächsen im Pflanzenbau, von der Abnahme an organischem Dünger (Rückgang Rinderbestand), der Entwicklung der Flächenstilllegung, sowie von geändertem Düngungsmanagement aufgrund von Düngungsberatung und Agrarumweltpolitik (Agrarumweltmaßnahmen, Düngeverordnung, Wasserschutzpolitiken).

2 Die Bedeutung der Abbildung der Bioenergiepolitiken

Eine Analyse der Produktions- und Preisprojektionen für die Weltagrarmärkte von FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute an der Iowa State University, USA), OECD/FAO und Europäischer Kommission im Rahmen des EU-Projektes MEACAP (Osterburg et al., 2008) hat gezeigt, dass insbesondere durch die verringerten Lagerbestände, die Ankopplung der Agrarpreise an die Energiepreise und nicht zuletzt durch den Einfluss staatlich gesteuerter Bioenergiepolitiken große Unsicherheiten bezüglich künftiger Produktionsmengen und Preise bestehen. Innerhalb der EU sei auf die derzeitige, dynamische Entwicklung nationaler Biomasse-Strategien und auf die noch bestehenden, großen Produktionsreserven in den neuen EU-Mitgliedstaaten Mittel- und Osteuropas verwiesen. Bezüglich der tatsächlichen Umsetzung nationaler Bioenergie-Politiken und der Anpassungsgeschwindigkeit in den neuen Mitgliedstaaten bestehen erhebliche Unsicherheiten.

Durch die Verwendung sehr großer Mengen an Mais (USA), Zucker (vor allem Brasilien) und Ölsaaten (EU) für die Herstellung von Biotreibstoffen konnten bereits deutliche Auswirkungen auf die Agrarmärkte beobachtet werden. In den Projektionen von FAPRI und OECD/FAO bleibt die antizipierte Entwicklung der Biotreibstoffmengen in der EU weit hinter den indikativen Zielen der EU für das Jahr 2010 (5,75 % Anteil Biotreibstoffe) zurück („Untererfüllung der Ziele“), weiterhin werden keine anderen Bioenergielinien wie Festbrennstoffe oder Biogas einbezogen.

Explorative Analysen im Rahmen des EU-Projekts MEACAP (siehe Ledebur et al., 2007; Osterburg et al., 2007) zeigen, dass Bioenergiepolitiken den aktuellen, durch verschiedene Faktoren beeinflussten Trend zu höheren Agrarpreisen verstärken und die Opportunitätskosten der Ackerflächennutzung erhöhen. Grünland weist demgegenüber Wettbewerbsnachteile auf und wird daher weiterhin einem ökonomischem Druck zur Umwandlung in Ackerland ausgesetzt sein. Steigende Agrarpreise werden trotz ebenfalls steigender Vorleistungspreise, z. B. für N-Mineraldünger, zu steigenden Produktionsintensitäten führen, zumindest solange die Agrarpreise wie derzeitig beobachtbar stärker ansteigen.

Die Tierhaltung ist aufgrund höherer Preise insbesondere für energiereiche Futtermittel, ausgelöst durch die Verwertung von landwirtschaftlicher Biomasse als erneuerbarer Energieträger, einem steigenden Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Solange die Preisentwicklung für tierische Produkte diese Nachteile nicht voll auffängt, ist mit leichten Rückgängen in der Tierhaltung zu rechnen. Die Erzeugung von Biokraftstoffen der ersten Generation (Biodiesel und Ethanol) führt zu einem steigenden Angebot an proteinhaltigen Nebenprodukten. Die deutlich veränderte Preisrelation zwischen energiereichen und proteinreichen Futtermitteln wird unter marktwirtschaftlichen Bedingungen zu einer Substitution energiereicher durch proteinreichere Futtermittel führen. Dass dabei lediglich Proteinfutterimporte (vor allem Soja) ersetzt werden, ist nicht zu erwarten, die geänderte Preisrelation hat voraussichtlich erhöhte N-Ausscheidungen in der Tierhaltung zur Folge. Der Umsatz von wenig effizient einsetzbarem Stickstoff aus tierischen Ausscheidungen und damit N-Überschüsse, NH_3 - und Lachgasemissionen könnte dadurch in Abhängigkeit von den weiteren Preisentwicklungen für Futterkomponenten ansteigen.

Eine weitere Unsicherheit ist mit der Zunahme von Biogasanlagen verbunden. Informationen fehlen bezüglich der Menge der in Biogasanlagen verwerteten Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft, der dabei vermiedenen Methanemissionen aus der Güllelagerung, und der Eigenschaften der Gär- und Lagerungsverfahren (Substratzusammensetzung, gasdichte Kette, Lagerungsmethoden), der Verwertungseffizienz der Nährstoffe in den Gärsubstraten und der Wirkungen auf NH_3 -Emissionen.

3 Tierbestände, Mineraldüngung, Flächennutzung

Aufbauend auf mit BMELV abgestimmte Werte für das Jahr 2010 geben die folgenden Tabellen die erwartete Entwicklung auch für die Jahre 2015 und 2020 wieder.

Tabelle A1 Entwicklung der Tierbestände

	1990	1999	2004	2006	2010	2015	2020	2020a	Kommentare
		----- in % von 1990 -----							
	Stück	%	%	%	%	%	%	%	
Milchkühe	6.354.011	75	67	64,2	62	59,5	57	62,7	Milchquote bleibt bestehen; starke Abnahme aufgrund hoher Milchleistungssteigerung pro Kuh über 1 %, durchschnittliche Leistungssteigerungen pro Kuh und Jahr verlangsamten sich aber.
Schlacht-/ Mastkühe	205.054	44	42	41	40	38	35	35	
Mutterkühe	209.066	329	317	315	200	200	200	100	Bestand sinkt aufgrund der Entkopplung um ca. 40 % (Schätzung Modellverbund FAL), beobachteter Rückgang 2000 – 2007 um ca. 10 %.
Mastbullen	4.041.202	61	52	50	49	44	38	40	Bestand sinkt aufgrund der Entkopplung um ca. 17 % (Schätzung Modellverbund FAL)
Färsen	5.658.109	81	63	69	59	57	54	56	Bestand sinkt stärker aufgrund zurückgehender Mutterkuhbestände
Kälber bis 6 Monate	3.010.574	78	68	67	66	64	63	66	Bestand sinkt aufgrund zurückgehender Mutterkuhbestände, steigende Zahl Schlachtkälber bei Rückgang Bullenmast
Sauen	3.194.792	84	79	78	80	78	75	75	Ferkelproduktion stabil, leichte Produktivitätssteigerung
Mastschweine	20.030.080	83	82	84	82	82	82	82	Bestand stabil
Legehennen	53.611.210	76	73	67,4 (2005)	50	50	50	50	Abnahme aufgrund der Legehennenhaltungs-VO
Junghennen	17.006.310	104	95	84 (2005)	50	50	50	50	Abnahme aufgrund der Legehennenhaltungs-VO (Jungtiere für Legehennenhaltung)
Masthähnchen	37.170.460	126	154	160 (2005)	160	180	200	200	Stärkere Zunahme, vgl. Zahlen von 1999 und 2004
Sonstiges Geflügel	6.103.091	203	223	.	240	270	300	300	Stärkere Zunahme, vgl. Zahlen von 1999 und 2004
Schafe	2.361.243	84	.	79	50	50	50	50	Bestand sinkt aufgrund der Entkopplung
Pferde	485.694	.	.	.	150	170	190	190	Statistische Basis seit 1996 aufgrund anderer Abgrenzung der erhobenen Betriebe unklar, Zunahme Hobbyhaltung

Tabelle A2: Entwicklung der Mineraldüngung und der Flächennutzung

	1990	1999	2004	2006	2010	2015	2020	Kommentare
		----- in % von 1990 -----						
	Stück	%	%	%	%	%	%	
N-Mineraldünger	2.135,5 Gg	88	86	83	85	85	80	Zusammensetzung der Düngersorten: Zunahme des Anteils von Harnstoff-N auf 26% in 2010 und 32% in 2020; komplexe Wirkung Produktivitätssteigerung, Entwicklung der Düngereffizienz, Verfügbarkeit und Verwertung organischer Düngemittel, DüVO, Agrarumweltmaßnahmen, Wasserschutz, Intensivierung aufgrund Agrarpreis- und NR-Entwicklung
Getreide	6.948,3 Tha	95	100	96	95	92,5	ca. 89	Expansion von Ölsaaten und Mais, Flächenentwicklung abhängig von verfügbarer Ackerfläche (Flächenstilllegung, Grünlandumbruch!) und der Fläche konkurrierender Kulturen
Ölsaaten (hier: Winterraps)	933 Tha	123	136	151	150	150	150	Zunahme Ölsaaten für Biodiesel, Unsicherheiten aufgrund möglicher Konkurrenz mit Import-Biodiesel und nach 2015 mit BtL-Treibstoffen;
Hülsenfr.	121,1 Tha	175	147		50	30	20	Entkopplung und geringe Wettbewerbsfähigkeit
Zuckerrb.	608,1 Tha	80	72		65	60	60	Zunahme von Zuckerimporten und steigende Flächenerträge sorgen für Anbauflächenabnahme, künftige Bedeutung von NR-Anbau unsicher
Silomais	1.365,4 Tha	88	91	99	110	130	140	Zunahme durch Nutzung für Biogasproduktion
Flächenstilllegung	781,3 Tha (1991)	108	100	95	50	40	30	Abnahme aufgrund zunehmender Nutzung für Energiepflanzen, Aussetzung bzw. Aufhebung der Stilllegungsverpflichtung
Grünland	5.617,9 Tha	91	87	87	83	83	83	Umbruch von Grünland in Ackerland, bis die Begrenzung durch Cross Compliance greift (bei 8% Grünlandverlust gegenüber 2005 – dies ist abhängig von den noch festzulegenden Länderregelungen für den Erhalt der Grünlandflächen, geringere Umbruchraten in Hessen, Baden-Württemberg und Bayern sind berücksichtigt), höhere Grünlandflächenrückgänge durch Umwidmung von Dauerbrache in Grünland und Meldung als Wechselgrünland möglich.

4 Technologien und Managementverfahren in der Tierhaltung

Zur Verbreitung von Verfahren in der Referenzsituation (insbesondere Stallhaltungsformen, Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdünger, angepasste Fütterung bei Schweinen und Geflügel, Zeitspanne zwischen Ausbringung von Wirtschaftsdünger und Einarbeitung auf unbewachsenen Flächen, Bedeutung des Weidegangs bei Rindern) liegen bisher keine statistischen Berechnungsgrundlagen vor. Eine kostengünstige Methode für repräsentative Erhebungen wurde durch die FAL entwickelt und zur Umsetzung vorgeschlagen. Bis 2010 soll es aber nach aktuellem Diskussionsstand keine weiteren Erhebungen geben. Die betroffenen Merkmale werden daher nur durch Schätzwerte abgebildet, die auf Expertenbefragungen und Modellrechnungen aufbauen. Zwischen den Jahren 2010, 2015 und 2020 werden zunächst keine weiteren Veränderungen der Tierhaltungsverfahren und des Wirtschaftsdüngermanagements angenommen.

Sinnvoll wäre die Erfassung von Wirtschaftsdüngermengen, die in Biogasanlagen verwertet werden, und Annahmen über die damit verbundene Vermeidung von Ammoniak- und Methanemissionen (einschließlich potentieller Methanemissionen aus Leckagen, offener Gärrestlagerung und durch Unfälle).

Durchgeführte explorative Erhebungen zur Verbesserung der Datengrundlage über Produktions- und Managementverfahren:

- Expertenbefragungen im Rahmen eines BMVEL-UBA-Projekts zu landwirtschaftlichen Emissionen (Döhler et al. 2002) (umfassender Merkmalskatalog) im Jahr 2000.
- Statistische repräsentative Erhebungen der Stallhaltungsform (nur Milchkühe, Mastschweine) im November 2004 sowie der Güllelagerungsform im Mai 2005 durch die Statistischen Landesämter (Destatis, 2004 und 2005); Ergebnisse zu Stallhaltungsformen finden sich im Statistischen Jahrbuch des BMELV 2006.
- Befragung landwirtschaftlicher Betriebe (schriftliche Befragungen sowie telefonischen und aufsuchenden Interviews) sowie Expertenbefragungen in zwei Landkreisen in Niedersachsen (Merkmalskatalog für Gülleausbringungstechnik und Einarbeitung) im TAPAS 2003-Projekt der FAL, Institut für Ländliche Räume, im Jahr 2004 (Bergschmidt, 2004).
- Schriftliche Befragungen landwirtschaftlicher Betriebe in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen (Merkmalskatalog für Gülleausbringungstechnik und Einarbeitung) im TAPAS 2004-Projekt der FAL, Institut für Ländliche Räume, im Jahr 2005 (Osterburg und Liebersbach, 2007).
- Expertenbefragungen in Hessen durch KTBL (Merkmalskatalog ähnlich wie im BMVEL-UBA-Projekt) im Jahr 2004.

Statistische Daten zur Ausgangssituation relevanter Verfahrensmerkmale sowie zur zeitlichen Entwicklung liegen nicht vollständig vor. Die Möglichkeiten zur Trendanalyse sind daher eingeschränkt. Weiterhin können derzeit keine genauen quantitativen Angaben zum Einfluss von Fördermaßnahmen auf die Verbreitung von Verfahren getroffen werden (z. B. Effekt von Investitionsförderung und Agrarumweltmaßnahmen auf die Zunahme von emissionsarmer Gülleausbringungstechnik). Die Berücksichtigung dieser Maßnahmen und deren Wirkung auf die Emissionsinventare sollte künftig jedoch verbessert werden (vgl. z.B. Untersuchungen von Osterburg, 2007a und b zur Düngeverordnung und zu Agrarumweltmaßnahmen).

Für die Prognose für das Jahr 2010 basiert auf Ergebnissen der Expertenbefragungen im BMVEL/UBA-Projekt, ergänzt um Ergebnisse der statistischen Sondererhebungen in den Jahren 2004 und 2005. Alle Umfänge bzw. relativen Verteilungen von Verfahren sind den beiden nachfolgenden Tabellen A3 und A4 zu entnehmen. Abweichend von den Tabellenwerten des BMVEL/UBA-Projekts wurde die Dauer zwischen Gülleausbringung und Einarbeitung auf unbedecktem Boden auf einheitlich höchstens 8 Stunden korrigiert. Der optimistischeren Annahme liegen Ergebnisse der Befragungen von Osterburg und Liebersbach (2007) und die Erwartung zugrunde, dass Vorgaben der Düngeverordnung in Hinblick auf die unverzügliche Einarbeitung auf unbestelltem Ackerland gemäß §4 (2) zunehmend wirksam werden. Die Anforderungen an die Einarbeitung und die zugehörigen Vollzugshinweise haben sich allerdings im Rahmen der

Novelle nicht verändert, sie lassen Ermessensspielräume bezüglich des konkreten Zeitpunkts der Einarbeitung offen.

Zur Überprüfung der in Tabelle A4 angegebenen Güllelagerungsverfahren wurden Daten der Sondererhebung im Jahr 2005 ausgewertet, die Ergebnisse sind in Tabelle A5 dargestellt. Während die statistischen Daten für Rindergüllelagerung gut übereinstimmen, weichen die in Döhler et al. (2002) dokumentierten Expertenschätzungen bezüglich Lagerung von Schweinegülle deutlich von den Erhebungsergebnissen für 2005 ab (mehr Gülle im Stall unter Spaltenboden, weniger in separaten Güllekellern). Die Ausbildung einer natürlichen Schwimmdecke bei der Lagerung von Schweinegülle wurde für Betriebe ausgeschlossen, die in der Hauptsache Schweine halten (Schweine mindestens 80 % an den Gesamt-Großvieheinheiten), auch wenn eine natürliche Schwimmdecke angegeben wurde. Für das Jahr 2010 wurden für die Schweinegüllelagerung gegenüber Döhler et al., 2002, geänderte Werte eingetragen, die sich an den Ergebnissen der Erhebung im Jahr 2005 orientieren.

Tabelle A3: Stallhaltungs- und Weideverfahren (Durchschnitt für Deutschland, gewichtet nach Stallplätzen) in Prozentanteilen (verändert nach Döhler et al. 2002, Tab. 4.4)

				1990	1995	1999	2004	2010
Milchkühe	Stall	Anbindehaltung Festmist	%	31	16	13	13	8
		Anbindehaltung Gülle	%	37	38	33	23	17
		Boxenlaufstall Festmist	%	2	3	3	9	5
		Boxenlaufstall Gülle	%	29	42	51	55	70
		Tiefstreu oder Tretmist	%	0	0	0	.	0
	Weide	Ganzjährig im Stall	%	42	60	62	.	76
		Halbtägig auf Weide	%	24	10	8	.	2
		Ganztägig auf Weide	%	34	30	29	.	22
		Anzahl Weidetage	%	151	140	139	.	120
	Fütterung	Anteil Gras-TM an Grundfutter-TM%		76	77	77	.	77
Bullen	Stall	Anbindehaltung Festmist	%	4	3	2	.	1
		Anbindehaltung Gülle	%	7	4	3	.	0
		Laufstall Vollspalten	%	83	88	91	.	94
		Laufstall Tretmist	%	6	4	3	.	3
		Laufstall Tiefstreu	%	0	0	0	.	1
Mutterkühe	Stall	Mütterkühe Laufstall Gülle	%	7	6	5	.	5
		Mütterkühe Laufstall Mist	%	86	86	86	.	86
		Mütterkühe Anbindehaltung Gülle	%	2	2	2	.	2
		Mütterkühe Anbindehaltung Mist	%	6	6	7	.	7
	Weide	Ø Anzahl Weidetage/Jahr		203	207	207	.	207
Färsen	Stall	Anbindehaltung Gülle	%	15	17	17	.	17
		Anbindehaltung Mist	%	8	8	8	.	8
		Laufstall Vollspalten	%	48	49	50	.	49
		Laufstall Tiefstreu	%	28	25	25	.	26
	Weide	Ø Weidetage/Jahr		172	171	171	.	171
Mastschweine	Stall	Wärme gedämmt: Gülle, Vollspalten	%	49	59	60	88,4	81
		Wärme gedämmt: Teilsalten (40/60)	%	40	34	32		14
		Wärme gedämmt: Einstreu a) Tiefstreu	%	3	2	2		1
		Wärme gedämmt: Einstreu b) 2-Flächen		8	5	5	8,4	3
		Außenklima: Kistenstall, Tiefstreu	%	0	0	0	3,2	0
	Fütterung	Mehrphasenfütterung	%	41	71	71	.	87
Sauen	Stall	Festmist	%	42	26	24	.	17
		Gülle	%	58	74	76	.	83
Legehennen	Stall	Käfighaltung: Kotgrube	%	45	23	22	.	0
		Käfighaltung: Kotband mit Belüftung	%	16	31	31	.	0
		Käfighaltung: Kotband ohne Belüftung	%	21	28	28	.	0
		Boden+Freiland	%	18	18	19	.	100 ¹⁾

1) Haltung in ausgestalteten Käfigen und Volieren kann künftig Bedeutung behalten, hier vereinfachende Annahme mit 100 % Boden- und Freilandhaltung.

Quelle: RAUMIS, Daten aus der Modellregionsbefragung, 2004: Sondererhebung DESTATIS 2004.

Tabelle A4: Güllelagerungs- und Ausbringungsverfahren (Durchschnitt für Deutschland, gewichtet nach Wirtschaftsdüngeraufkommen) in Prozentanteilen (verändert nach Döhler et al. 2002, Tab. 4.5)

			Rindergülle					Schweinegülle				
			1990	1995	1999	2005	2010	1990	1995	1999	2005	2010
Lagerung												
Dauer	Lagerdauer Gülle in Monaten		4	5	5	.	7	5	7	7	.	8
Technik	Gülle im Stall unter Spaltenboden	%	39	35	35	37	29	32	30	31	40	35
	Gülle im separaten Güllekeller	%	4	5	5	5	7	13	16	16	8	6
	Außenlager ohne Abdeckung	%	1	1	1	0	0	47	27	27	26	21
	Außenlager natürl. Schwimmd.	%	38	41	42	42	46	3	13	13	14	12
	Außenlager künstl. Schwimmd.	%	0	0	0	0	2	0	1	1	1	2
	Außenlager Folienabdeckung	%	0	1	1	1	1	0	7	7	3	8
	Außenlager feste Abdeckung	%	18	17	16	15	15	5	6	6	8	16
Ausbringung												
Technik	Ausbringtechnik Breitverteiler	%	98	78	78	.	64 ¹⁾	94	68	68	.	45 ¹⁾
	Bandverteiler/Schleppschlauch	%	2	18	18	.	25	6	27	27	.	44
	Schleppschuh	%	0	1	1	.	2	0	1	1	.	2
	Schlitzverfahren	%	0	2	2	.	5	0	2	2	..	3
	Injektion (Güllegrubber)	%	0	1	1	.	4	0	2	2	.	6
Zeiten	Ausbringung im Frühjahr: Feb.-Mai	%	47	54	54	.	58	53	62	62	.	67
	Ausbr. im Sommer: Juni-Sept.	%	29	25	25	.	25	23	22	22	.	20
	Ausbr. im Herbst: Okt.-Nov.	%	24	21	21	.	17	24	16	16	.	13
Zeiten	RAUMIS Ausbr. Feb.-Mai	%	60	78	78	.	86	56	71	71	.	82
	RAUMIS Ausbr. im Juni-Sept.	%	25	19	19	.	13	33	29	29	.	18
	RAUMIS Ausbr. im Okt.-Nov.	%	15	2	2	.	1	11	0	0	.	0
Management	auf unbedeckten Boden ausgebr.	%	39	33	33	.	28	62	42	42	.	37
	RAUMIS auf unbedeckten Boden	%	56	54	55	.	44	68	69	69	.	55
	Davon nicht eingearbeitet?	%	21	7	7	.	2	10	9	9	.	2
	Davon innerhalb 1 Std. eingearbeitet	%	7	12	12	.	20	6	21	21	.	45
	Einarbeitung restl. Gülle nach .. h		36	17	17	.	8	31	18	17	.	8

Kursiv: Modellregionsdaten, nicht in Berechnungen verwendet, es werden Schätzwerte aus dem Modell RAUMIS verwendet.

1) Für Prognosen bis 2015 und 2020 sollte der vergleichsweise hohe Anteil an Breitverteiler-Technik nicht statisch fortgeschrieben werden. Für 2015 und 2020 wird ein Anteil von 50 % für Rindergülle und 30 % für Schweinegülle vorgeschlagen, bei Erhöhung des Anteils der Schleppschlauchverteilung.

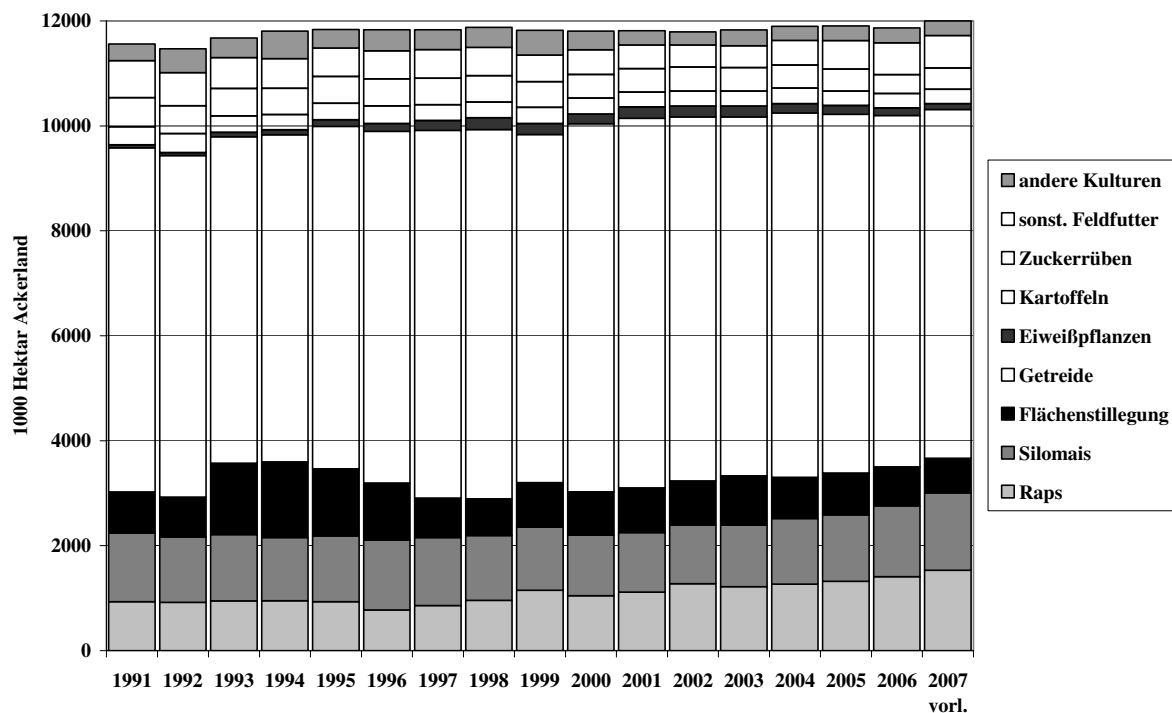
Quelle: RAUMIS, Daten aus der Modellregionsbefragung, Sondererhebung DESTATIS 2005.

Tabelle A5: Güllelagerungsverfahren (Durchschnitt für Deutschland, gewichtet nach Lagerkapazität für Gülle in m³) in Prozentanteilen (Destatis, 2005)

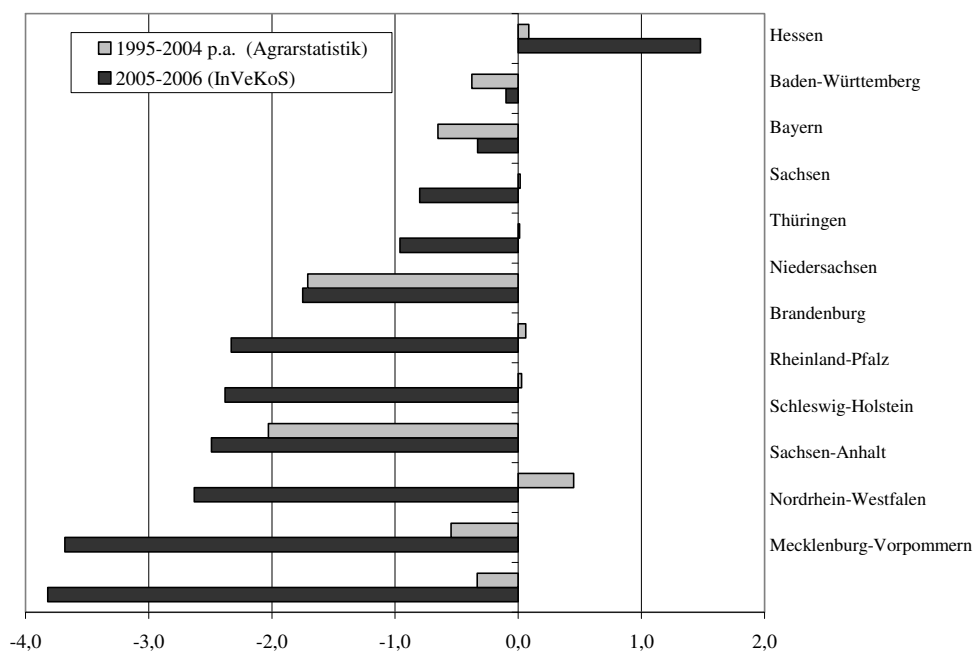
	Lagerkapazität für Gülle				
	im Stall- bereich	außerhalb des Stallbereichs			
		zusammen	darunter mit		
			fester Abdeckung (auch Zelt oder Schwimmfolie)	Abdeckung Durch Strohhacksel, Granulat	natürlicher Schwimm- decke
Betriebe mit Rindern und Lagerkapazität für Gülle					
Rinderbestand von ... bis					
1 - 29	33%	67%	35%	1%	30%
30 - 49	31%	69%	35%	1%	33%
50 - 99	35%	65%	29%	1%	35%
100 - 199	40%	60%	16%	1%	42%
200 - 299	48%	52%	6%	1%	44%
300 - 499	45%	55%	4%	2%	48%
500 und mehr	27%	73%	5%	3%	65%
Insgesamt	37%	63%	19%	1%	42%
darunter Betriebe > 80 % Rinder-GV an den Gesamt-GV	36%	64%	21%	1%	43%
Betriebe mit Schweinen und Lagerkapazität für Gülle					
Schweinebestand von ... bis					
1 - 49	31%	69%	32%	3%	34%
50 - 99	36%	64%	25%	1%	38%
100 - 199	44%	56%	26%	1%	29%
200 - 399	43%	57%	16%	2%	39%
400 - 999	43%	57%	14%	3%	39%
1000 - 1999	44%	56%	10%	6%	40%
2000 - 4999	39%	61%	9%	8%	44%
5000 und mehr	24%	76%	9%	8%	58%
Insgesamt	40%	60%	16%	4%	40%
darunter Betriebe > 80 % Schweine-GV an Gesamt-GV	40%	60%	15%	6%	39%

5 Quellen

- Alliance Environnement (2007): Evaluation of the application of cross compliance as foreseen under Regulation 1782/2003. Part I: Descriptive Report - 26/07/2007. Studie für die EU-Kommission
- Bergschmidt, A. (2004) Entwicklung und Erprobung von Erhebungsmethoden zum Wirtschaftsdüngermanagement in landwirtschaftlichen Betrieben : Projektbericht für ein von EUROSTAT gefördertes Forschungsvorhaben: 'TAPAS 2003 - Deutschland. Agrarumweltaspekte - Art und Umfang der Ausbringungstechniken für Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Betrieben'. Braunschweig : FAL.
- BMELV (2006): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2006
- Dämmgen, U. (2007): Szenarien 2010 und 2020. Unveröffentlichtes Manuskript zur Abstimmung mit IIASA, Dezember 2007
- Destatis (2004 und 2005): Unveröffentlichte Tabellenauswertungen zu Stallhaltungsform (nur Milchkühe, Mastschweine) im November 2004 sowie der Güllelagerungsform im Mai 2005
- 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 Jahre 2010. Berlin : Umweltbundesamt, 191, 39, 45 p, Texte Umweltbundesamt 05/02
- Gömann H, Heiden M, Kleinhanß W, Kreins P, von Ledebur O, Offermann F, Osterburg B, Petra Salamon P (2008) Health Check der EU-Agrarpolitik – Auswirkungen der Legislativvorschläge. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Braunschweig: vTI. Unveröffentlichtes Manuskript
- Isermeyer F, Brockmeier M, Gömann H, Hargens R, Klepper R, Kreins P, Offermann F, Osterburg B, Pelikan J, Salamon P, Thiele, H (2006) Analyse politischer Handlungsoptionen für den Milchmarkt: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Braunschweig; Kiel: FAL; BfEL, 2006
- Isermeyer, F.; Kleinhanß, W.; Offermann, F.; Riedel, J.; Gocht, A.; Küpker, B.; Osterburg, B.; Sommer, U. (2005): Vergleichende Analyse verschiedener Vorschläge zur Reform der Zuckermarktordnung. Eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 282
- Kleinhanß, W.; Hüttel, S.; Offermann, F. (2004): Auswirkungen der MTR-Beschlüsse und ihrer nationalen Umsetzung. Arbeitsbericht 05/2004 des Bereichs Ökonomie der FAL.
- Ledebur, O. von; Elmahdi, K.; Wagner, S. (2007): Market Impact Analysis of Biofuel Policy Implementation. SPECIFIC TARGETED RESEARCH PROJECT n°SPE-CT-2004-503604 "Impact of Environmental Agreements on the CAP". Document number: MEACAP WP6 D16b.
- Osterburg, B. (2007a): Analysen zur Düngeverordnung-Novelle vom Januar 2006. Landbauforsch Völkenrode SH 307:267-302
- Osterburg, B. (2007b): Analysen zur Wirkung von Agrarumweltzahlungen auf die Senkung von N-Salden. Landbauforsch Völkenrode SH 307:253-266
- Osterburg, B.; Liebersbach, H. (2007): Entwicklung und Erprobung von Erhebungsmethoden zum Wirtschaftsdüngermanagement sowie zur Weidehaltung bei Rindern in landwirtschaftlichen Betrieben : Projektbericht für ein von EUROSTAT gefördertes Forschungsvorhaben: 'TAPAS 2004 - Deutschland. Agrarumweltaspekte - Ausbringungsmanagement für Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Betrieben (Ausbringungszeiten, Ausbringungsmengen, Einarbeitung)'. Braunschweig : FAL, 69 p, Arbeitsber. Bereich Agrarökonomie 2007/03
- Osterburg, B.; Nitsch, H.; Laggner, A.; Wagner S. (2007): Analysis of policy instruments for greenhouse gas abatement and compliance with the Convention on Biodiversity. SPECIFIC TARGETED RESEARCH PROJECT n°SPE-CT-2004-503604 "Impact of Environmental Agreements on the CAP". Document number: MEACAP WP6 D16a.

Abbildung 1: Entwicklung der Ackerflächennutzung

Quelle: DESTATIS, verschiedene Jahrgänge.

Abbildung 2: Jährliche Änderung der Grünlandflächenanteile auf Landesebene vor und nach 2005

%-Änderung der Grünlandfläche p.a. (Agrarstatistik 1995-2004)
bzw. des Grünlandflächenanteils an der gemeldeten förderfähigen Fläche nach InVeKoS-Daten

Quelle: DESTATIS verschiedene Jahrgänge, Alliance Environnement (2007)

Entwicklung der Stallhaltungs- und Weideverfahren (Durchschnitt für Deutschland, gewichtet nach Stallplätzen) in Prozentanteilen (Döhler et al. 2002, Tab. 4.4)

				1990	1995	1999	2004	2010
Milchkühe	Stall	Anbindehaltung Festmist	%	31	16	13	13	5
		Anbindehaltung Gülle	%	37	38	33	22	17
		Boxenlaufstall Festmist	%	2	3	3	9	3
		Boxenlaufstall Gülle	%	29	42	51	55	74
		Tiefstreu oder Tretmist	%	0	0	0	.	0
	Weide	Ganzjährig im Stall	%	42	60	62	.	76
		Halbtägig auf Weide	%	24	10	8	.	2
		Ganztägig auf Weide	%	34	30	29	.	22
		Anzahl Weidetage	%	151	140	139	.	120
	Fütterung	Anteil Gras-TM an Grundfutter-TM%		76	77	77	.	77
Bullen	Stall	Anbindehaltung Festmist	%	4	3	2	.	1
		Anbindehaltung Gülle	%	7	4	3	.	0
		Laufstall Vollspalten	%	83	88	91	.	94
		Laufstall Tretmist	%	6	4	3	.	3
		Laufstall Tiefstreu	%	0	0	0	.	1
Mutterkühe	Stall	Mütterkühe Laufstall Gülle	%	7	6	5	.	5
		Mütterkühe Laufstall Mist	%	86	86	86	.	86
		Mütterkühe Anbindehaltung Gülle	%	2	2	2	.	2
		Mütterkühe Anbindehaltung Mist	%	6	6	7	.	7
	Weide	Ø Anzahl Weidetage/Jahr		203	207	207	.	207
Färsen	Stall	Anbindehaltung Gülle	%	15	17	17	.	17
		Anbindehaltung Mist	%	8	8	8	.	8
		Laufstall Vollspalten	%	48	49	50	.	49
		Laufstall Tiefstreu	%	28	25	25	.	26
	Weide	Ø Weidetage/Jahr		172	171	171	.	171
Mast-schweine	Stall	Wärmegeklämmt: Gülle, Vollspalten		49	59	60	88,4	81
		Wärmegeklämmt: Teilsalten (40/60)		40	34	32		14
		Wärmegeklämmt: Einstreu a) Tiefstreu %		3	2	2		1
		Wärmegeklämmt: Einstreu b) 2-Flächen %		8	5	5	8,4	3
		Außenklima: Kistenstall, Tiefstreu %		0	0	0	3,2	0
		Fütterung Mehrphasenfütterung	%	41	71	71	.	87
Sauen	Stall	Festmist	%	42	26	24	.	17
		Gülle	%	58	74	76	.	83
Legehennen	Stall	Käfighaltung: Kotgrube	%	45	23	22	.	0
		Käfighaltung: Kotband mit Belüftung		16	31	31	.	0
		Käfighaltung: Kotband ohne Bel. %	%	21	28	28	.	0
		Boden+Freiland	%	18	18	19	.	100

Quelle: RAUMIS, Daten aus der Modellregionsbefragung, 2004: Sondererhebung DESTATIS

Entwicklung der Güllelagerungs- und Ausbringungsverfahren (Durchschnitt für Deutschland, gewichtet nach Wirtschaftsdüngeraufkommen) in Prozentanteilen (Döhler et al. 2002, Tab. 4.5)

		Rindergülle				Schweinegülle			
		1990	1995	1999	2010	1990	1995	1999	2010
Lagerung									
Dauer	Lagerdauer Gülle in Monaten	4	5	5	7	5	7	7	8
Technik	Gülle im Stall unter Spaltenboden %	39	35	35	29	32	30	31	24
	Gülle im separaten Güllekeller %	4	5	5	7	13	16	16	17
	Außenlager ohne Abdeckung %	1	1	1	0	47	27	27	21
	Außenlager natürl. Schwimmd. %	38	41	42	46	3	13	13	12
	Außenlager künstl. Schwimmd. %	0	0	0	2	0	1	1	2
	Außenlager Folienabdeckung %	0	1	1	1	0	7	7	8
	Außenlager feste Abdeckung %	18	17	17	15	5	6	6	16
Ausbringung									
Technik	Ausbringtechnik Breitverteiler %	98	78	78	64	94	68	68	46
	Bandverteiler/Schleppschlauch %	2	18	18	25	6	27	27	44
	Schleppschuh %	0	1	1	2	0	1	1	2
	Schlitzverfahren %	0	2	2	5	0	2	2	3
	Injektion (Güllegrubber) %	0	1	1	4	0	2	2	6
Zeiten	<i>Ausbringung im Frühjahr: Feb.-Mai</i> %	47	54	54	58	53	62	62	67
	<i>Ausbr. im Sommer: Juni-Sept. %</i>	29	25	26	25	23	22	22	20
	<i>Ausbr. im Herbst: Okt.-Nov. %</i>	24	21	21	17	24	16	16	13
Zeiten	RAUMIS Ausbr. Feb.-Mai %	60	78	78	86	56	71	71	82
	RAUMIS Ausbr. im Juni-Sept. %	25	19	19	13	33	29	29	18
	RAUMIS Ausbr. im Okt.-Nov. %	15	2	2	1	11	0	0	0
Management	<i>auf unbedeckten Boden ausgebr. %</i>	39	33	33	28	62	42	42	37
	RAUMIS auf unbedeckten Boden %	56	54	55	44	68	69	69	55
	Davon nicht eingearbeitet? %	21	7	7	2	10	9	9	6
	Davon sofort (bis ca. 1 Stunde) eingearbeitet? %	7	12	12	20	6	21	21	45
	Einarbeitung restl. Gülle nach .. h (alt)	36	17	17	13	31	18	17	17
Einarbeitung restl. Gülle nach .. h (neu)					4	4			

Kursiv: Modellregionsdaten, nicht in Berechnungen verwendet (vgl. Kapitel 2.6.2.2)

RAUMIS: Schätzung der entsprechenden Merkmale im Modell

Quelle: RAUMIS, Daten aus der Modellregionsbefragung



Landbauforschung
*vTI Agriculture and
Forestry Research*

Sonderheft 324
Special Issue

Preis / Price 8 €

