

Landbauforschung

*Applied Agricultural
and Forestry Research*

Vol. 68

No. 3/4 · 01.2019



Landbauforschung

Landbauforschung *Applied Agricultural and Forestry Research* ist eine wissenschaftliche Zeitschrift, in der Forschungsergebnisse zu gesellschaftlich relevanten Themen veröffentlicht werden, die einen Bezug zur Landwirtschaft, zur Forstwirtschaft und zur ländlichen Entwicklung aufweisen. Die Zeitschrift ist damit explizit Disziplinen übergreifend ausgerichtet.

Veröffentlicht werden insbesondere anwendungsorientierte wissenschaftliche Beiträge, die interdisziplinär angelegt sind oder die ausgeprägte Bezugspunkte zu anderen Fachdisziplinen aufweisen. Der geographische Fokus der Zeitschrift liegt auf Deutschland und Europa. Die Sprache der Beiträge ist deutsch oder englisch. Alle Beiträge unterliegen einer doppelt anonymen Begutachtung (double-blind peer review).

Landbauforschung *Applied Agricultural and Forestry Research* wird vom Thünen-Institut in Braunschweig herausgegeben. Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren und Autorinnen verantwortlich. Eine Haftungsübernahme durch die Redaktion erfolgt nicht.

Mit der Einsendung von Manuskripten geben die Verfasser/Verfasserinnen ihre Einwilligung zur Veröffentlichung. Die von den Autoren/Autorinnen zu beachtenden Richtlinien zur Einreichung der Beiträge sind unter www.thuenen.de/de/infotehek/publikationen/landbauforschung/ oder bei der Geschäftsführung erhältlich.

Als Printausgabe erscheinen vier Hefte pro Jahr. Beiträge, die noch keinem bestimmten Heft zugeordnet sind, werden als Online First – Version veröffentlicht.

Indexiert in: CAB International, Science Citation Index Expanded, Current Contents – Agriculture, Biology & Environmental Sciences, Scopus, Web of Science.

Herausgeber
Johann Heinrich von Thünen-Institut

Schriftleitung
Prof. Dr. Andreas Bolte,
Prof. Dr. Peter Weingarten

Geschäftsführung
Dr. Hans-Walter Roering
Tel. +49 (0) 40 - 73962 239
Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg, Germany
landbauforschung@thuenen.de
www.thuenen.de

Grafikdesign und Satz
Heidrun Fornahl, Thünen-Institut
Karin Tamoschat-Depolt, Thünen-Institut

Fotos Umschlagseite
Katja Seifert, Thünen-Institut (2),
Michael Welling, Thünen-Institut (1)

ISSN 0458-6859

Alle Rechte vorbehalten.

Applied Agricultural and Forestry Research

Landbauforschung *Applied Agricultural and Forestry Research* is a scientific journal, concerning the latest research results of socially relevant issues related to agriculture, forestry and rural development. The journal is targeted explicitly to interdisciplinary topics.

Particularly welcome are application-oriented scientific contributions with an interdisciplinary approach or with a close connection to other research areas. The geographical focus of the journal is Germany and Europe. Articles may be written in English or German. All articles are subject to a double-blind peer review.

Landbauforschung *Applied Agricultural and Forestry Research* is published by the Thünen Institute with headquarters in Brunswick, Germany. Authors are responsible for the content of their articles. The publishers are not liable for the content.

With the submission of a manuscript, the authors grant permission for publication. The guidelines for the submission of manuscripts can be found under www.thuenen.de/en/infotehek/publikationen/landbauforschung/ or obtained from the publishers.

The print edition is published quarterly. Articles not yet assigned to a specific issue are available online ("Online First")

Indexed in: CAB International, Science Citation Index Expanded, Current Contents – Agriculture, Biology & Environmental Sciences, Scopus, Web of Science.

Publisher
Johann Heinrich von Thünen Institute

Editor in Chief
Prof. Dr. Andreas Bolte,
Prof. Dr. Peter Weingarten

Managing Editor
Dr. Hans-Walter Roering
Tel. +49 (0) 40 - 73962 239
Leuschnerstraße 91
21031 Hamburg, Germany
landbauforschung@thuenen.de
www.thuenen.de

Graphic Design and Typesetting
Heidrun Fornahl, Thünen Institute
Karin Tamoschat-Depolt, Thünen Institute

Photos cover pages
Katja Seifert, Thünen Institute (2),
Michael Welling, Thünen Institute (1)

ISSN 0458-6859

All rights reserved.

Inhalt
Content

	Ulrich Dämmgen, Wilfried Brade, Heinrich Kleine Klausning, Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel und Andreas Berk
	Hat die Nutzungsdauer von Zuchtsauen in der Ferkelerzeugung Einfluss auf die Ammoniak- und Treibhausgas-Emissionen?
1	Is the productive life of breeding sows relevant with respect to emissions in piglet production?
	Ulrich Dämmgen, Wilfried Brade, Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Heinrich Kleine Klausning, J. Webb, and Andreas Berk
	Pork production in Thuringia – management effects on ammonia and greenhouse gas emissions.
	1. Depiction of the state in 2015
19	Schweinefleischproduktion in Thüringen – Auswirkungen von Managementmaßnahmen auf Ammoniak- und Treibhausgasemissionen. 1. Abbildung des Zustands im Jahr 2015
	Maximillian Schüler and Hans Marten Paulsen
	Effect of choice of reference flow and energy correction formulas on results in life cycle assessment in dairy production
39	Auswirkungen von Wahl des Referenzflusses und der Formel zur Energiekorrektur auf Ökobilanzergebnisse in der Milchproduktion
	Piotr Sablik, Małgorzata Szewczuk, Ewa Januś, and Anna Skrzypiec
	Comparison of selected milk production traits of Simmental and Polish Black-and-White cows raised in the buffer zone of Ujście Warty National Park
45	Vergleich ausgewählter Milchleistungsmerkmale von Fleckviehkühen und polnischen Schwarzbunten unter landwirtschaftlichen Bedingungen im Hinterland des Nationalparks „Ujście Warty“ (Warthe-Mündung)
	Nataly Jürges und Max Krott
	Internationale Waldbauforschung für die Praxis – Professioneller Wissenstransfer durch das RIU-Modell
53	International silvicultural research for forestry practice – Professional knowledge transfer based on the RIU-model
	Maike Schluhe, Hermann Englert, René Wördehoff, Christian Schulz, Matthias Dieter und Bernhard Möhring
	Klimarechner zur Quantifizierung der Klimaschutzleistung von Forstbetrieben auf Grundlage von Forsteinrichtungsdaten
67	Climate calculator for quantifying climate effects of forest enterprises based on data from forest management plans
	Philine Feil, Christoph Neitzel, Björn Seintsch und Matthias Dieter
	Privatwaldeigentümer in Deutschland: Ergebnisse einer bundesweiten Telefonbefragung von Personen mit und ohne Waldeigentum
87	Forest owners in Germany: Results of a nationwide survey of persons with and without forest property
	Danksagung – Acknowledgements

Editorial

Landbauforschung changes from 'Journal of Applied Agriculture and Forestry' to 'Journal of Sustainable and Organic Agricultural Systems' in 2019

Dear Colleagues, Authors, Reviewers and Readers!

From 2019 on, our journal Landbauforschung will feature a fresh new focus and format and bear the new subtitle 'Journal of Sustainable and Organic Agricultural Systems'. With the passage of the journal to the new publisher, the Thünen-Institute of Organic Farming, the subtitle indicates the new overarching, challenging focus of the publication. But each new issue will also focus on a number of narrower topics, with special attention to bundling interdisciplinary knowledge on the topics.

Beyond the publication of original scientific papers, Landbauforschung aims to offer a forum for discussions and opinions from all science disciplines to solve future challenges in agriculture. As organic farming is a farmer-driven movement towards sustainability goals, this form of production is exceptional. Scientific development here might serve as mirror and culmination point of discussion towards sustainable agricultural systems.

We hope that in the global field of emerging and transforming scientific journals Landbauforschung will here, in its new format, offer a platform for agricultural development and gain increased attention and awareness.

We thank all authors and reviewers who contributed to the predecessor 'Journal of Applied Agriculture and Forestry'. We would like to ask you and your colleagues around the world to participate in the further scientific development with scientific papers and by participating in future and current discussions on sustainable and organic agriculture systems via landbauforschung.net.

Prof. Dr. Peter Weingarten, Prof. Dr. Andreas Bolte

(Chief editors, Landbauforschung, Journal of Applied Agriculture and Forestry)

Dr. Hans Marten Paulsen

(Chief editor, Landbauforschung, Journal of Sustainable and Organic Agricultural Systems)

www.landbauforschung.net

Hat die Nutzungsdauer von Zuchtsauen in der Ferkelerzeugung Einfluss auf die Ammoniak- und Treibhausgas-Emissionen?

Ulrich Dämmgen*, Wilfried Brade**, Heinrich Kleine Klausing***, Claus Rösemann*, Hans-Dieter Haenel* und Andreas Berk****

Zusammenfassung

Zur Feststellung und Bewertung emissionsmindernder Maßnahmen (Ammoniak, Treibhausgase) beim Herdenmanagement von Zuchtsauen wurde zunächst ein detailliertes Sauenmodell erstellt, das variable Lebendmassen, Zuwächse, Ferkelzahlen und -massen berücksichtigt. Für wichtige Konstanten (Umrechnung auf Leerkörpermassen, Massen der Konzeptionsprodukte, Ferkelzahlen als Funktion der Wurfnummer, Nutzungsdauer definiert als Zahl realisierter Würfe) wurden aus der Literatur plausible Werte abgeleitet.

Berechnet wurden die emissionsrelevanten Ausscheidungen der Zuchtsauen, der notwendigen Jungsaue und Aufzuchtferkel (Methan aus der Verdauung, organische Masse sowie Stickstoff insgesamt und Stickstoff im Harn).

Die Modellrechnungen ergaben, dass eine Minderung der Verluste bei den Zuchtsauen, d. h. eine größere maximal realisierbare Wurfzahl, nur für Methan zu einer (allerdings insgesamt unerheblichen) Minderung der Emissionen je abgesetztem Ferkel führt. Ein deutlicherer Effekt ist bei den Ausscheidungen der organischen Masse zu beobachten, von denen die Methan-Emissionen aus dem Lager abhängen. Die Ammoniak-Emissionen sind den Mengen an ausgeschiedenem Harn-Stickstoff proportional. Hier sind oberhalb der derzeit bereits üblichen maximalen Wurfzahl nur geringe Änderungen zu erwarten.

Schlüsselwörter: Zuchtsauen, Ferkelerzeugung, Ausscheidungen, Emissionen, Nutzungsdauer

Summary

Is the productive life of breeding sows relevant with respect to emissions in piglet production?

The determination and evaluation of the potential effects on methane and ammonia emissions of herd management of breeding sows required the derivation of a detailed model that is able to reflect the effects of variable sow weights and weight gains as well as the numbers of piglets born and raised. For some important parameters (i.e. empty body weight, weight of conception products, piglet numbers related to litter number, maximum number of litters per sow) plausible assumptions had to be derived from literature data.

Calculations aimed to determine excretions relevant to emissions (methane from enteric fermentation, volatile solids and total and ammoniacal nitrogen) from breeding sows as well as the young sows and weaners used for the reproduction of the herd.

Reduced losses of sows, i.e. extended useful lives, resulted in reduced methane excretions per piglet raised (whose overall contribution to emissions is negligible). The respective amounts of volatile solids excreted decreased. For ammonia emissions, which depend on the amounts of renal nitrogen, no significant reduction can be expected above the number of litters per sow commonly achieved by current practice.

Keywords: breeding sows, piglet production, excretions, emissions, productive life

** Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarklimaschutz, Bundesallee 65, 38116 Braunschweig

** Tierärztliche Hochschule Hannover und Norddeutsches Tierzucht-Beratungsbüro, Zur Koppenheide 8, 18181 Graal-Müritz

*** EW Nutrition GmbH, Hogenbögen 1, 49439 Visbek

**** Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierernährung, Bundesallee 37, 38116 Braunschweig

1 Einleitung

Die deutsche Schweinefleischproduktion ist, wie die übrigen landwirtschaftlichen Produktionszweige, dringend gefordert, ihre umweltschädigenden Emissionen, vor allem auch das mit der Fleischerzeugung verbundene Stickstoff-Problem (hohe Stickstoff (N)-Überschüsse im gesamten Produktionszyklus, N-Einträge ins Grundwasser und Nitrat-Problematik, z.B. EU, 2017) zu verringern. Ammoniak-Emissionen haben eine Eutrophierung und Versauerung von terrestrischen und aquatischen Ökosystemen zur Folge. Quelle ist hier die Landwirtschaft mit etwa 95 % der deutschen Emissionen. Für Ammoniak sieht die sog. NEC-Richtlinie drastische Emissionsminderungen (Minderung um 29 % in 2030 gegenüber 2005) vor (UBA, 2017). Der Anteil der Landwirtschaft an den Emissionen von Treibhausgasen (THG) ist gering (etwa 7 % des nationalen Aufkommens).

Vor dem Hintergrund einer auch zukünftig zu erwartenden hohen Schweinefleischproduktion in Deutschland (Offermann et al., 2016) sollen an dieser Stelle erstmalig die Emissionsquellen in der Ferkelerzeugung detailliert untersucht werden. Im Rahmen ähnlicher Untersuchungen an Milchkühen (Dämmgen et al., 2016) war bereits sehr deutlich geworden, dass die Verlängerung der Nutzungsdauer Emissionsminderungen bei gleichzeitiger Verbesserung des Tierwohls zur Folge hat.

Alle Stufen der Schweinefleischproduktion sind mit umweltrelevanten Emissionen verbunden. Die der Ferkelproduktion zuzurechnenden Emissionen tragen mit einem erheblichen Anteil zu den Gesamtemissionen aus der Schweinefleischproduktion bei (Dämmgen et al., 2018a,b). Angesichts der wirtschaftlichen Randbedingungen und gesellschaftlichen Ansprüche müssen heute bei der Ferkelerzeugung folgende Aspekte gleichzeitig berücksichtigt werden:

- kostengünstige Erzeugung,
- hohe Ferkelqualität und
- geringe Umweltbelastung.

In dieser Arbeit soll erstmalig untersucht werden, welche Vorzüge oder gegebenenfalls auch Nachteile eine verlängerte Nutzung von Zuchtsauen auf das Emissionsgeschehen aus der Blickrichtung der Ferkelerzeugung zur Folge haben kann. Da die Emissionen bei sonst gleich bleibenden

Bedingungen des Wirtschaftsdünger-Managements (Stall- und Lagertyp, Ausbringung, Einarbeitung) den Ausscheidungen proportional sind, dienen die Ausscheidungen pro abgesetztes Ferkel nachfolgend als Bewertungskriterium.

Die Modellbetrachtungen stützen sich nicht auf kohärente experimentelle Eingangsdatensätze. Vielmehr müssen aus unterschiedlichen Quellen gewonnene Daten so zusammengeführt werden, dass sich ein plausibles Ganzes ergibt, das – so gut es geht – die im Hinblick auf weitere Arbeiten zur Schweineproduktion in Thüringen die dortigen Verhältnisse widerspiegelt.

2 Tierkategorien, Methoden und Daten

2.1 Zu betrachtende Tierkategorien

Werden die Einflüsse des Wirtschaftsdünger-Managements als konstant angesehen, sind die Emissionen von Ammoniak (NH_3), Stickstoffmonoxid (NO), Lachgas (N_2O) und Distickstoff (N_2) sowie von Methan (CH_4) aus Stall und Lager den Ausscheidungen von Stickstoff (N) bzw. organischer Substanz (volatile solids, VS) proportional. Diese hängen ebenso wie die CH_4 -Ausscheidungen aus der Verdauung von der Menge und Zusammensetzung des aufgenommenen Futters ab. Die Leistungsfähigkeit der Tiere ist durch hinreichende Futtermengen und eine geeignete Futterzusammensetzung sichergestellt.

Für die Betrachtung der Lebensleistung von Sauen im Hinblick auf mögliche Emissionsminderungen in der Ferkelproduktion ist es *nicht* notwendig, die unter den Bedingungen der Besamungszucht sehr wenigen benötigten Eber einzubeziehen. Auch die Emissionen aus der Basiszucht sind gegenüber denen der Ferkelproduktion vernachlässigbar klein (Dämmgen et al., 2018b).

Die Stoffflüsse und damit die Emissionen aus der Futterbereitstellung sind den aufgenommenen Futtermengen proportional, da die Verdaulichkeiten von organischer Substanz und N nahezu konstant bleiben. Es ist daher sinnvoll, die Untersuchung der Emissionen in der Ferkelproduktion als Funktion der Lebensleistung der Sauen auf die Ermittlung

Tabelle 1

Bei der Ferkelproduktion betrachtete Tierkategorien: Benennungen, Symbole in den Legenden bzw. den Gleichungen, Lebensabschnitte und Fütterung – eine Übersicht

Kategorie	Unterkategorie	Symbol	relevante Lebensspanne	Fütterung
Ferkel	Saugferkel	SFerkel, piglet	28 Tage	Sauenmilch
	Aufzuchtferkel	AFerkel, we	52 Tage	3 Phasen, 3 Futter
Sauen	Jungsauen	JSau, ys	6 Monate	3 Phasen, 3 Futter
	Zuchtsauen (F1-Sauen)			
	1. Wurf	ZSau, bs1	22 Wochen	4 Phasen, 2 Futter
	2. Wurf	ZSau, bs2	22 Wochen	4 Phasen, 2 Futter
	3. Wurf	ZSau, bs3	22 Wochen	4 Phasen, 2 Futter
	usw.			

der Ausscheidungen der Sauen und der unmittelbar für die Erzeugung der Zuchtsauen erforderlichen Jungsauen und Aufzuchtferkel zu beschränken. Tabelle 1 fasst wichtige Informationen hierzu zusammen.

2.2 Modelle

2.2.1 Aufbau der Modelle

Allen Modellen ist gemeinsam, dass in einem ersten Schritt die bei der jeweiligen Leistung der Tiere erforderliche umsetzbare Energie (metabolizable energy, ME) ermittelt wird. Aus ihr wird die Futtermenge berechnet, die zur Deckung des Energiebedarfs erforderlich ist. Über die Futterzusammensetzung wird gleichzeitig sichergestellt, dass der Bedarf an Mengen- und Spurenelementen sowie Aminosäuren und Vitaminen gedeckt ist.

2.2.2 Das Aufzuchtferkel-Modell

Haenel et al. (2011) haben den ME-Bedarf von Aufzuchtferkeln nach den Vorgaben von GfE (2006) modelliert. Die hier vorgestellten Rechnungen gehen von einer Dauer dieses Lebensabschnitts von 52 Tagen bei einer Anfangsmasse von 8 kg AFerkel⁻¹ und einer Endmasse von 30 kg AFerkel⁻¹ aus. Nach Aussagen einer thüringischen Expertenrunde¹ ist als

Leistung eine mittlere Lebendmassezunahme von 430 g AFerkel⁻¹ d⁻¹ anzusetzen

Fütterung: 3-phasig mit Wechsel bei 12 bzw. 20 kg AFerkel⁻¹; eingesetzt werden dabei Mischungen, die auf vergleichsweise wenigen Bestandteilen basiert, siehe Kapitel 2.3.3.

Verluste: Die Stallverluste betragen insgesamt 3 %.

2.2.3 Das Jungsauen-Modell

Eingesetzt wird das Jungsauenmodell aus Dämmgen et al. (2017). Die Lebendmasse beim Aufstallan beträgt 30 kg JSau⁻¹, die Endmasse 158 kg JSau⁻¹. Die mittlere tägliche Zunahme beträgt 700 g JSau⁻¹ d⁻¹ (Heinze et al., 2009).

Fütterung: Die Fütterung erfolgt 3-phasig mit Wechsel bei 70 und 90 kg JSau⁻¹. Eingesetzt werden handelsübliche Mischungen (Zusammensetzung siehe Kapitel 2.3.3).

Verluste: Die Stallverluste betragen 3 % (über alle Phasen). Nur 70 % der Jungsauen werden nach der Eigenleistungsprüfung zur Ferkelproduktion eingesetzt.

2.2.4 Das detaillierte Zuchtsauenmodell

Für die Erfordernisse des nationalen landwirtschaftlichen Emissionsinventars nutzten Haenel et al. (2011) die Vorgaben von GfE (2006) zur Beschreibung des Bedarfs an umsetzbarer

Energie (ME) und zur Berechnung der Ausscheidungen von CH₄, VS und N mit Kot und Harn. Auf Grund der eingeschränkten Verfügbarkeit von Daten, insbesondere von Lebendmassen, berücksichtigen diese Rechnungen lediglich die Zahl der Saugferkel als Variable, beziehen sich jedoch bei den Massen und Zuwächsen auf einen Standardwert, insbesondere eine mittlere Lebendmasse. Die zeitliche Auflösung dieses Modells ist ein Jahr. Für das Erkennen und Bewerten möglicher Minderungsszenarien erscheint dieses Verfahren nicht hinreichend.

Die vorliegende Arbeit folgt konsequent den Empfehlungen von GfE (2006), schätzt zusätzlich die dort nicht angegebenen Größen (Lebendmassen für einzelne Lebensabschnitte, Leerkörpermassen sowie Massenverluste bei der Geburt und während der Laktation) und ermöglicht neben Säuge- und Tragefutter zusätzlich auch die Berücksichtigung eines Geburtsfutters.

Vollständige Datensätze zur Lebendmasseentwicklung oder zum ME-Bedarf von Sauen sind uns nicht bekannt. Das detaillierte Modell ist deshalb in vieler Hinsicht auf die Verwendung geschätzter oder erschlossener Werte aus der Literatur angewiesen.

2.2.4.1 Lebensabschnitte

Die Dauer des Reproduktionszyklus einer Zuchtsau (ZSau) ist die Zwischenwurfzeit (ZWZ) zwischen den Zeitpunkten A₄ und A₅ in Abbildung 1.

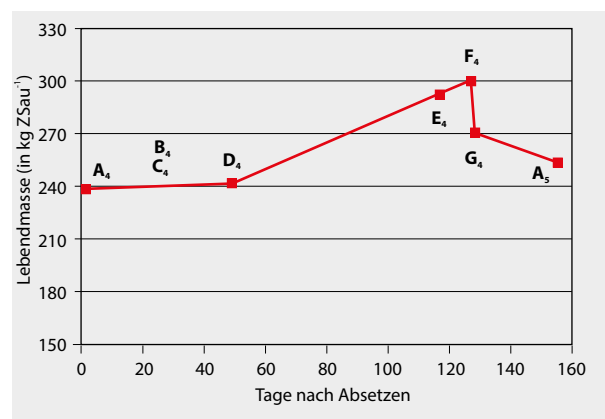


Abbildung 1

Beispiel Lebendmasseentwicklung bei Sauen (nach Messdaten aus Heinze et al., 2008, Tabellen 6 und 7, Wurfnummer 4, vervollständigt).

Zeitpunkte:

A₄: Absetzen, bei Wurfnummer 4 Besamung (KB) (M);

B₄: Belegen der Sau (E);

C₄: Futterwechsel Säugefutter/Tragefutter (E);

D₄: Mitte der 1. Phase der Trächtigkeit (M);

E₄: 10 d vor Abferkeln (M);

F₄: Ende der Trächtigkeit (E);

G₄: nach dem Abferkeln (E);

A₅: Ende der Laktation, Absetzen.

Es bedeuten: (M): Messwert; (E): errechneter Wert.

¹ Bestehend aus: Dr. Thomas Bauer – Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Dr. Simone Müller – TLL; Dr. Jürgen Müller – TLL; Dr. Michael Mußlick – Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft; Brigitte Neues – Qnetics GmbH, Erfurt; Dr. Gerd Reinhold – TLL; Hubert Schröter – TLL; Dr. Wilfried Zorn – TLL

Nach dem Absetzen (**A** bis **C**) nimmt die Lebendmasse der Sau zu; sie wird auf Kondition gefüttert. Nach etwa einer Woche wird die Sau besamt (**B**). Körperwachstum und maternaler Zuwachs lassen die Masse bis zur Geburt (**F**) ansteigen. Nach der Geburt baut die Sau Körpersubstanz (Fett und Eiweiß, vgl. Noblet et al., 1990) ab, um das durch den Energiebedarf der Milchbildung entstehende Energiedefizit auszugleichen.

Bis etwa zur 6. Laktation wird eine Netto-Lebendmassenzunahme (A_n nach A_{n+1}) während der ZWZ beobachtet.

Unterschieden werden zwei Trächtigkeitsphasen mit unterschiedlichem ME-Bedarf für die Entwicklung der Konzeptionsprodukte (Dauer der 1. Phase 80 d, Dauer der 2. Phase 30 d). Zusätzlich wird der ME-Bedarf für die Entwicklung der Milchdrüse berücksichtigt. Säugefutter wird gegebenenfalls vom Zeitpunkt der Geburt bis 14 d nach Absetzen gefüttert.

2.2.4.2 Aufgliederung des ME-Bedarfs

Der Gesamt-ME-Bedarf einer Sau für eine Zwischenwurfzeit der n-ten Wurfnummer berechnet sich wie folgt:

$$\Sigma ME_{bs, n} = \Sigma ME_{bs, m, n} + \Sigma ME_{bs, g, n} + \Sigma ME_{bs, p, n} + \Sigma ME_{bs, l, n} \quad (1)$$

mit

$\Sigma ME_{bs, n}$ kumulativer ME-Bedarf einer Zuchtsau im Verlauf einer Zwischenwurfzeit, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)²

$\Sigma ME_{bs, m, n}$ kumulativer ME-Bedarf für Erhaltung, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)

$\Sigma ME_{bs, g, n}$ kumulativer ME-Bedarf für Wachstum, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)

$\Sigma ME_{bs, p, n}$ kumulativer ME-Bedarf für die Entwicklung der Konzeptionsprodukte, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)

$\Sigma ME_{bs, l, n}$ kumulativer ME-Bedarf für die Entwicklung der Milchdrüse, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)

$\Sigma ME_{bs, l, n}$ kumulativer ME-Bedarf für die Milchbildung, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)

Die Berechnung der Terme erfolgt für jeden der vier Lebensabschnitte (Abbildung 1: **A** bis **C**; **C** bis **D**, **D** bis **F**, **G** bis **A**) getrennt.

$$\Sigma ME_{bs, g, i, n} = \frac{H_{CP}}{k_{CP}} \cdot \left((w_{bs, i, n, end} - w_{bs, i, n, start}) \cdot x_{eb} \cdot x_{CP} - a_{g, CP} \cdot \left((w_{bs, i, n, end} \cdot x_{eb})^2 - (w_{bs, i, n, start} \cdot x_{eb})^2 \right) \right) + \frac{H_{CF}}{k_{CF}} \cdot \left((w_{bs, i, n, end} - w_{bs, i, n, start}) \cdot x_{eb} \cdot x_{CF} - a_{g, CF} \cdot \left((w_{bs, i, n, end} \cdot x_{eb})^2 - (w_{bs, i, n, start} \cdot x_{eb})^2 \right) \right) \quad (4)$$

2.2.4.3 ME-Bedarf für Erhaltung der Zuchtsau

Der ME-Bedarf für die Erhaltung ist eine Funktion der Lebendmasse. Nach GfE (2006) berechnet sich der **tägliche Erhaltensbedarf** zu

$$ME_{bs, m} = a \cdot w_{unit} \cdot \left(\frac{w_{bs}}{w_{unit}} \right)^{0,75} \quad (2)$$

mit

$ME_{bs, m}$ ME-Bedarf bei gegebener Lebendmasse (w_{bs}) (in MJ ZSau⁻¹ d⁻¹)

a Konstante ($a = 0,44 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

w_{unit} Referenzmasse ($w_{unit} = 1 \text{ kg ZSau}^{-1}$)

w_{bs} Lebendmasse der Sau (in kg ZSau⁻¹)

Hieraus wird für die unterschiedlichen Abschnitte der ZWZ der **kumulative ME-Bedarf für Erhaltung** vereinfacht mit der jeweiligen mittleren Lebendmasse gerechnet, da die Massenzunahmen klein sind im Vergleich zur Lebendmasse und die zeitliche Entwicklung der Lebendmasse im Detail (linear, nicht linear) nicht bekannt ist, also

$$\Sigma ME_{bs, m, i, n} = a_m \cdot w_{unit} \cdot \left(\frac{w_{bs, start, i, n} + w_{bs, end, i, n}}{2 w_{unit}} \right)^{0,75} \cdot t_{grav, i, n} \quad (3)$$

mit

$\Sigma ME_{bs, m, i, n}$ kumulativer ME-Bedarf während eines Lebensabschnitts in einem Lebensabschnitt i, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)

a_m Konstante ($a_m = 0,44 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

w_{unit} Referenzmasse ($w_{unit} = 1 \text{ kg ZSau}^{-1}$)

$w_{bs, start, i, n}$ Lebendmasse der Sau am Anfang des Lebensabschnitts i, n-te Wurfnummer (in kg ZSau⁻¹)

$w_{bs, end, i, n}$ Lebendmasse der Sau am Ende des Lebensabschnitts i, n-te Wurfnummer (in kg ZSau⁻¹)

$t_{bs, i, n}$ Dauer des Lebensabschnitts i (in d ZWZ⁻¹)

2.2.4.4 ME-Bedarf für Wachstum

Der tägliche ME-Bedarf für Wachstum gliedert sich auf in einen Term für den Proteinansatz und einen für den Fettansatz. Aus ihm berechnet sich nach Haenel et al. (2011) der **kumulative ME-Bedarf für Wachstum** für Zeitabschnitte mit $w_{end} - w_{start} > 0$ wie folgt:

² bs: breeding sow; m: maintenance; g: growth; p: pregnancy, conception products; l: lactation

$\Sigma ME_{bs, g, i, n}$	kumulativer ME-Bedarf für Wachstum während des Lebensabschnitts i, n-te Wurfnummer, (in MJ ZSau ⁻¹ ZWZ ⁻¹ ME)
H_{CP}	Brennwert für Protein ($H_{CP} = 23,8 \text{ MJ kg}^{-1}$)
k_{CP}	Teilwirkungsgrad für Proteinansatz ($k_{CP} = 0,56 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
$w_{bs, i, n, end}$	Lebendmasse am Ende des Lebensabschnitts i, n-te Wurfnummer (in kg ZSau ⁻¹)
$w_{bs, i, n, start}$	Lebendmasse zu Beginn des Lebensabschnitts i, n-te Wurfnummer (in kg ZSau ⁻¹)
x_{eb}	Umrechnungsfaktor von Lebendmasse zu Leerkörpermasse (in kg kg ⁻¹ , siehe Abschnitt 2.4.2)
x_{CP}	Rohproteingehalt der Leerkörpermasse ($x_{CP} = 0,168 \text{ kg kg}^{-1}$)
$a_{g, CP}$	Konstante ($a_{g, CP} = 0,0000914 \text{ kg}^{-1} \text{ ZSau}$)
H_{CF}	Brennwert für Fett ($H_{CF} = 39,7 \text{ MJ kg}^{-1}$)
k_{CF}	Teilwirkungsgrad für Fettansatz ($k_{CF} = 0,74 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
x_{CF}	Fettgehalt der Leerkörpermasse ($x_{CF} = 0,170 \text{ kg kg}^{-1}$)
$a_{g, CF}$	Konstante ($a_{g, CF} = 0,001389 \text{ kg}^{-1} \text{ ZSau}$)

2.2.4.5 ME-Bedarf für die Entwicklung der Konzeptionsprodukte

Für den ME-Bedarf zur die Entwicklung der Konzeptionsprodukte geben GfE (2006) 1 MJ Tier⁻¹ d⁻¹ für niedertragend (Phase 1, Dauer 84 d) und 2,5 MJ Tier⁻¹ d⁻¹ für hochtragend (Phase 2, Dauer 30 d) an.

$$\Sigma ME_{bs, p, grav, 1} = a_{p, 1} \cdot t_{grav, 1} \quad (5)$$

mit	
$\Sigma ME_{bs, p, grav, 1}$	kumulativer Bedarf für die Entwicklung der Konzeptionsprodukte während der 1. Phase der Trächtigkeit (in MJ ZSau ⁻¹ ZWZ ⁻¹ ME)
$a_{p, 1}$	täglicher ME-Bedarf für die Entwicklung der Konzeptionsprodukte für niedertragende Sauen ($a_{p, 1} = 1 \text{ MJ ZSau}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$t_{grav, 1}$	Dauer dieser Phase der Trächtigkeit ($t_{grav, 1} = 84 \text{ d ZWZ}^{-1}$)

Entsprechendes gilt für alle unterschiedlichen Phasen der Trächtigkeit, Die Konstante $a_{p, 2}$ für die Phase 2 der Trächtigkeit (hochtragende Sau) ist

$a_{p, 2}$	täglicher ME-Bedarf für die Entwicklung der Konzeptionsprodukte während für niedertragende Sauen ($a_{p, 2} = 2,5 \text{ MJ ZSau}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
------------	--

Das ergibt 159 MJ Tier⁻¹ für die gesamte Trächtigkeit. Dieser Wert ist bei GfE (2006) unabhängig von der Zahl der Ferkel und unabhängig von der Lebendmasse der Sau.

Feyera und Theil (2017) geben ein äußerst detailliertes Verfahren zur Berechnung des ME-Bedarfs für die Entwicklung der Konzeptionsprodukte an. Hier erscheinen Aufwand und Erfolg für die vorliegende Betrachtung jedoch nicht angemessen.

2.2.4.6 ME-Bedarf für die Entwicklung der Milchdrüse

Der ME-Bedarf für die Entwicklung der Milchdrüse ist nach GfE (2006) mit 1 MJ Tier⁻¹ d⁻¹ die Zeit vom 106. bis zum 115. Trächtigkeitstage anzusetzen

$$\Sigma ME_{bs, p, grav, 3} = a_{p, 3} \cdot t_{grav, 3} \quad (6)$$

mit

$\Sigma ME_{bs, p, grav, 3}$	kumulativer Bedarf für die Entwicklung der Milchdrüse während der 3. Phase der Trächtigkeit (in MJ ZSau ⁻¹ ZWZ ⁻¹ ME)
$a_{p, 3}$	täglicher ME-Bedarf für die Entwicklung der Milchdrüse ($a_{p, 3} = 1 \text{ MJ ZSau}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$t_{grav, 3}$	Dauer dieser Phase ($t_{grav, 3} = 10 \text{ d ZWZ}^{-1}$)

2.2.4.7 Deckung des ME-Bedarfs für die Milchbildung

ME-Bedarf für die Milchbildung

Der Bedarf für die Milchbildung $\Sigma ME_{bs, l, lact}$ ist eine Funktion der Zahl und des Zuwachses der zu ernährenden Saugferkel:

$$\Sigma ME_{bs, l, n, lact} = n_{piglet, n} \cdot c_{milk} \cdot \frac{\eta_{ME, milk}}{x_{milk}} \cdot (w_{piglet, end} - w_{piglet, start}) \quad (7)$$

mit

$\Sigma ME_{bs, l, n, lact}$	kumulativer ME-Bedarf für die Milchbildung während der Laktation, n-te Wurfnummer (in MJ ZSau ⁻¹ ZWZ ⁻¹ ME)
$n_{piglet, n}$	Anzahl der zu ernährenden Saugferkel pro Wurf, n-te Wurfnummer (in SFerkel ZSau ⁻¹ ZWZ ⁻¹)
c_{milk}	Milchmenge je kg Zuwachs bei SFerkeln ($c_{milk} = 4.1 \text{ kg kg}^{-1}$)
$\eta_{ME, milk}$	ME-Gehalt der Sauenmilch ($\eta_{ME, milk} = 5.0 \text{ MJ kg}^{-1}$)
$x_{ME, milk}$	Anteil von ME zur Milchproduktion ($x_{ME, milk} = 0.7 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
$w_{piglet, end}$	Masse der SFerkel beim Absetzen ($w_{piglet, fin} = 8 \text{ kg SFerkel}^{-1}$)
$w_{piglet, start}$	Geburtsmasse der SFerkel ($w_{piglet, start} = 1,5 \text{ kg SFerkel}^{-1}$)

Die Anzahl der zu säugenden Ferkel wird anhand der Zahlen der lebend geborenen und der abgesetzten Ferkel geschätzt:

$$n_{piglet, n} = \frac{1}{2} \cdot (n_{piglet, n, b} + n_{piglet, n, w}) \quad (8)$$

mit

n_{piglet}	Anzahl der zu säugenden Saugferkel pro Wurf, n-te Wurfnummer (in SFerkel ZSau ⁻¹ ZWZ ⁻¹)
$n_{piglet, b}$	Anzahl der lebend geborenen Saugferkel pro Wurf, n-te Wurfnummer (in SFerkel ZSau ⁻¹ ZWZ ⁻¹) ³

³ b: born; w: weaned

$n_{\text{piglet}, w}$ Anzahl der abgesetzten Saugferkel pro Wurf, n-te Wurfnummer (in SFerkel ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

ME aus Abbau der Körpermasse

Während der Säugezeit und bei hohen Wurfnummern treten Lebendmasseverluste auf. In solchen katabolen Phasen wird Körpermasse zur Deckung des Energiebedarfs „eingeschmolzen“. Die bei negativem Wachstum freiwerdende ME-Menge errechnet sich aus dem Massenverlust und dem Energiegehalt der eingeschmolzenen Körpermasse. Dieser beträgt nach Noblet et al. (1990) 13 bis 17 MJ kg⁻¹.

Das Modell verwendet einen ME-Gehalt von 15 MJ kg⁻¹.

Für Lebensabschnitte mit Lebendmasseverlusten gilt dann

$$\Sigma ME_{\text{bs}, n, \text{loss}} = (w_{\text{bs}, n, \text{start}} - w_{\text{bs}, n, \text{end}}) \cdot \eta_{\text{ME}, \text{body}} \quad (9)$$

mit

$\Sigma ME_{\text{bs}, n, \text{loss}}$ kumulative ME-Freisetzung für Lebensabschnitte (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ ME)

$\Delta w_{\text{bs}, n, \text{start}}$ Lebendmasse zu Beginn des Lebensabschnitts (in kg ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

$\Delta w_{\text{bs}, n, \text{end}}$ Lebendmasse am Ende des Lebensabschnitts (in kg ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

$\eta_{\text{ME}, \text{body}}$ ME-Gehalt der eingeschmolzenen Körpermasse ($\eta_{\text{ME}, \text{body}} = 15 \text{ MJ kg}^{-1}$)

Für die Berechnung der Futtermengen werden die Teilwirkungsgrade (siehe Gleichung (4)) berücksichtigt. GfE (2006) gibt deshalb für die Einsparung von Futter ein Energieäquivalent von 25 MJ kg⁻¹ an.

2.3 Berechnung der Ausscheidungen

2.3.1 Methan aus der Verdauung

Die Bestimmung von Methan (CH₄) aus der Verdauung erfolgt für jedes Futter getrennt nach den Vorgaben von Kirchgeßner et al. (1991) und Kreuzer et al. (1991) für jeden Tag und jedes Futter:

$$E_{\text{CH}_4, k} = b_1 \cdot m_{\text{BFS}, k} \quad (10)$$

mit

$E_{\text{CH}_4, k}$ CH₄-Emissionsrate bei einem gegebenen Futter k (in kg ZSau⁻¹ d⁻¹ CH₄)

b Koeffizient ($b = 0,020 \text{ kg kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

$m_{\text{BFS}, k}$ zur Verfügung stehende bakteriell fermentierbare Substanz (BFS) in einem Futter k (in kg ZSau⁻¹ d⁻¹)

Die BFS-Gehalte werden für jedes Futter in Abschnitt 2.5 angegeben.

2.3.2 Ausscheidungen von Stickstoff mit Kot und Harn

Die Stickstoffmengen in Kot und Harn müssen getrennt bestimmt werden, da Harn-N (TAN: total ammoniacal nitrogen) praktisch gänzlich zu NH₃ abgebaut wird. Die Emissionen der anderen Stickstoffspezies (Lachgas, Stickstoffmonoxid, Distickstoff) werden auf die Gesamtmenge von Kot- und Harn-N bezogen. Sie ergeben sich aus den folgenden Massenbilanzen (hier für Zuchtsauen):

$$N_{\text{excr}, \text{bs}} = M_{\text{feed}, \text{bs}} \cdot x_{\text{N}, \text{feed}, \text{bs}} - \Delta w_{\text{bs}} \cdot x_{\text{N}, \text{ret}, \text{bs}} \quad (11a)$$

$$TAN_{\text{excr}, \text{bs}} = M_{\text{feed}, \text{bs}} \cdot x_{\text{N}, \text{feed}, \text{bs}} \cdot x_{\text{dig}, \text{N}, \text{bs}} - \Delta w_{\text{bs}} \cdot x_{\text{N}, \text{ret}, \text{bs}} \quad (11b)$$

mit

$N_{\text{excr}, \text{bs}}$ N-Menge in den Ausscheidungen der Zuchtsau (in kg ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

$M_{\text{feed}, \text{bs}}$ Masse des aufgenommenen Futters (in kg ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

$x_{\text{N}, \text{feed}, \text{bs}}$ N-Gehalt des Zuchtsauenfutters (in kg kg⁻¹)

Δw_{bs} Gesamt-Lebendmassenzuwachs von Zuchtsau und Saugferkeln (in kg ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

$x_{\text{N}, \text{ret}, \text{bs}}$ N-Gehalt im Zuwachs von Zuchtsau und Saugferkeln (jeweils in kg kg⁻¹)

$TAN_{\text{excr}, \text{bs}}$ TAN-Menge in den Ausscheidungen der Zuchtsau (in kg ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

$x_{\text{dig}, \text{N}, \text{fp}}$ Verdaulichkeit von N im Sauenfutter (in kg kg⁻¹)

Der N-Gehalt der Zuchtsau lässt sich aus den Daten in Beyer et al. (1993) zu 0,0251 kg kg⁻¹ berechnen. LfL (2013) sowie DLG (2013) setzen für Zuchtschweine, Mastschweine und Ferkel einen einheitlichen Wert von 0,0256 kg kg⁻¹ an.

Diese Arbeit verwendet einen Wert von 0,0256 kg kg⁻¹ N.

2.3.3 Ausscheidungen an organischer Masse (volatile solids, VS)

Die Ausscheidungen von organischer Masse (VS) werden zur Berechnung der CH₄-Emissionen aus Stall und Lager und ggf. Biogasanlage benötigt. Die Menge an VS wird für alle Tiere wie folgt berechnet (Dämmgen et al., 2011):

$$VS = M_{\text{feed}} \cdot (1 - X_{\text{DOM}}) \cdot (1 - X_{\text{ash}, \text{feed}}) \quad (12)$$

mit

VS Ausscheidung an organischer Masse (in kg Tier⁻¹ TM)

M_{feed} Futteraufnahme (in kg Tier⁻¹ TM)

X_{DOM} mittlere Verdaulichkeit der organischen Masse (in kg kg⁻¹)

$X_{\text{ash}, \text{feed}}$ mittlerer Aschegehalt des Futters (in kg kg⁻¹)

Beide Futtereigenschaften (Verdaulichkeit und Aschegehalt) sind bekannt und im Abschnitt 2.5 tabelliert. Die Inhaltsstoffe der Sauenmilch sind nahezu vollständig verdaulich. Als Folge sind die VS-Ausscheidungen der Saugferkel klein gegenüber denen der Sauen; sie werden vernachlässigt.

2.4 Formulierung kohärenter Eingangsdatensätze

2.4.1 Lebendmassen der Zuchtsauen im Verlauf einer Zwischenwurfzeit

Experimentelle Daten und ihre Bearbeitung

Vollständige Zeitreihen der Lebendmassen von Zuchtsauen wurden in der Literatur nicht gefunden. Vier Datenpunkte je Wurfnummer lassen sich aus Heinze et al. (2008) ableiten, indem man die dort in den Tabellen 6 und 7 angegebenen Lebendmassen mittelt und aus den Mittelwerten über ein Polynom 2. Ordnung einen geglätteten Datensatz erzeugt. Für die Tage A, D und E in Abbildung 1 sind diese Datensätze in den Abbildungen 2 bis 4 zusammengestellt.

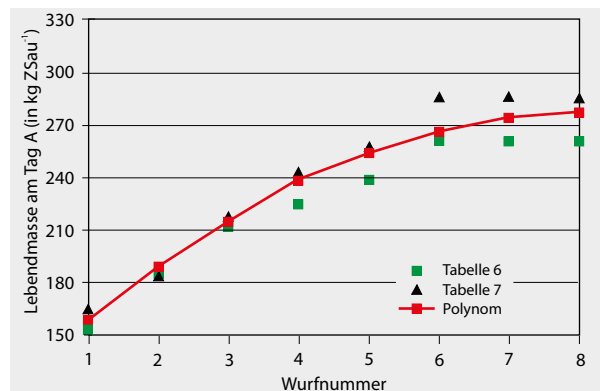


Abbildung 2

Lebendmassen am Tag A. Daten aus Heinze et al. (2008)

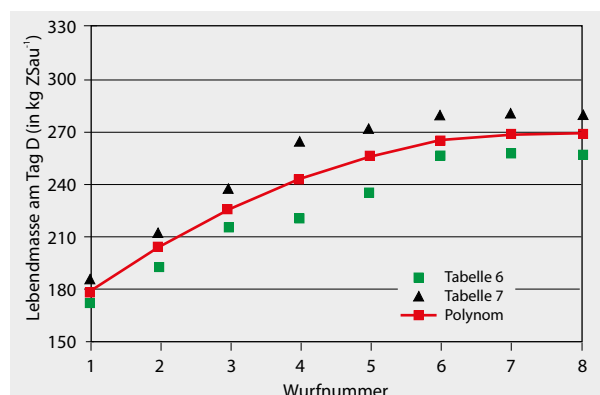


Abbildung 3

Lebendmassen am Tag D. Daten aus Heinze et al. (2008)

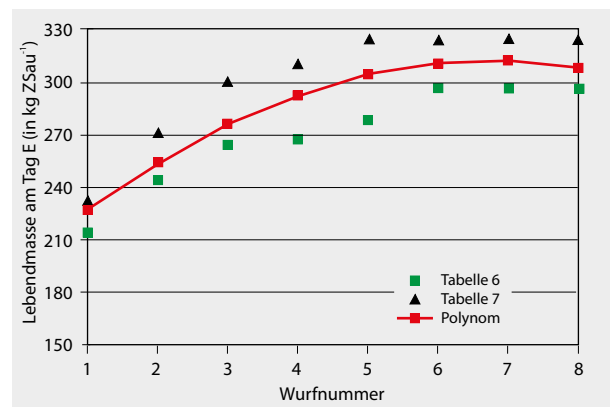


Abbildung 4

Lebendmassen am Tag E. Daten aus Heinze et al. (2008)

Die Lebendmasse an Punkt F (vor der Geburt) wird durch lineare Extrapolation der Strecke von D nach E über E hinaus erhalten.

Die Masse am Punkt G ergibt sich aus der Lebendmasse am Punkt F durch Abzug der Konzeptionsprodukte wie folgt:

$$w_G = w_F - (w_{\text{pla}} + n_{\text{piglet}, b} \cdot w_{\text{piglet}, b}) \quad (13)$$

mit

- w_G Lebendmasse der Zuchtsau nach der Geburt (Punkt G) (in kg ZSau⁻¹)
- w_F Lebendmasse der Zuchtsau vor der Geburt (Punkt F) (in kg ZSau⁻¹)
- w_{pla} Masse der ausgeschiedenen Konzeptionsprodukte ohne Ferkel (Plazenta und Flüssigkeiten) ($w_{\text{pla}} = 7,5 \text{ kg ZSau}^{-1}$)
- $n_{\text{piglet}, b}$ Zahl der geborenen Ferkel pro Wurf (in Ferkel)
- $w_{\text{piglet}, b}$ Masse eines geborenen Ferkels ($w_{\text{piglet}, b} = 1,5 \text{ kg Ferkel}^{-1}$)

Massen der Trächtigkeitsprodukte

Aus Tabelle 4.13 in GfE (2006) lässt sich ableiten, dass die Masse der Trächtigkeitsprodukte unabhängig von der Wurfnummer und der Zahl der Ferkel mit 25 kg ZSau⁻¹ angesetzt wird. Beyer et al. (1993) sowie Heinze et al. (2008) bestätigen und begründen diesen Wert (entspricht bei 12 Ferkeln und etwa 7 kg für Plazenta und Flüssigkeiten einer Lebendmasse der Ferkel von 1,5 kg SFerkel⁻¹).

Beyer et al. (1993) geben für Ferkel Geburtmassen von 1,1 bis 1,6 kg SFerkel⁻¹ an.

McPherson et al. (2004) modellieren die Massen der Föten. Eine rasche Massenzunahme setzt nach etwa 60 Tagen ein, deutlich erkennbar an der Masse von Protein in den Föten. Die Endmasse liegt bei 1,5 kg Fötus⁻¹.

Unsere Rechnungen gehen von einer Lebendmasse der geborenen Ferkel von 1,5 kg SFerkel⁻¹ aus.

Noblet et al. (1990) geben für 12 Föten für Plazenta und Flüssigkeiten eine Masse von 7,4 kg ZSau⁻¹ an. Die Angaben lassen keine weitere Skalierung zu. Beyer et al. (1994)

berichten über Mengen an Fruchthäuten und -wasser bei der Geburt (Summe im Mittel 0,36 kg Fötus⁻¹). Ihre Angaben stützen den Wert von Noblet et al. (1990). Werte für die Masse der Nachgeburt wurden bisher nicht gefunden. Die Rechnung in Hansen et al. (2014) ist nicht nachvollziehbar.

In dieser Arbeit wird mit einem Wert von 7,5 kg ZSau⁻¹ gerechnet.

Massenverlust beim Säugen

Der Massenverlust beim Säugen für eine Wurfnummer n ergibt sich als Differenz zwischen den Lebenmassen, d an Punkt G_n und dem darauf folgenden Punkt A_{n+1} . Die Werte (siehe Tabelle 2) erscheinen plausibel (siehe Anhang 1).

Lebendmassen beim Belegen (Zeitpunkt B) und beim Futterwechsel (Zeitpunkt D)

Die Lebendmassen werden durch lineare Interpolation aus den Massen für die Punkte A (Absetzen) und D (Mitte niederlegend) und den Dauern der Lebensabschnitte gewonnen.

Relevante Massen – der resultierende Datensatz

Aus den Angaben für die Zeitpunkte A, D und E (siehe Abbildungen 2 bis 4) werden „geglättete“ Werte abgeleitet (über Polynome). Extrapoliert wurde der Wert für F, interpoliert die Werte für B und C. Sie sind mit den berechneten Lebendmassenverlusten bei der Geburt (Konzeptionsprodukte) sowie die Massenverluste während der Laktation in Tabelle 2 angeführt.

2.4.2 Schätzung von Leerkörpermassen

Die Berechnung der Erhaltungsenergie setzt die Kenntnis von Leerkörpermassen voraus. GfE (2006) nennt keine Daten, die die Ableitung von Leerkörpermassen aus Lebendmassen bei Sauen erlauben.

Eine Auswertung der in Beyer et al. (1993) veröffentlichten Datensätze ergab für das Verhältnis von Leerkörpermasse zu Lebendmasse, x_{cb} , einen Wert von 0,95 kg kg⁻¹.

Everts und Dekker (1995) leiten aus ihren Datensätzen die Beziehung (14) ab:

$$w_{bs, eb} = a + b \cdot w_{bs, live} \quad (14)$$

mit

$w_{bs, eb}$ Leerkörpermasse (in kg ZSau⁻¹)

a Konstante ($a = -2,04$ kg ZSau⁻¹)

b Koeffizient ($b = 0,935$ kg kg⁻¹)

$w_{bs, live}$ Lebendmasse (in kg ZSau⁻¹)

$R^2 = 0,98$

Die daraus erhaltenen Verhältnisse von Leerkörpermasse zu Lebendmasse, x_{cb} , ändern sich geringfügig mit der Lebendmasse, d und nehmen Werte von 0,922 kg kg⁻¹ bei einer Lebendmasse von 160 kg ZSau⁻¹ und von einem Wert von 0,928 kg kg⁻¹ für eine solche von 300 kg ZSau⁻¹ an.

Dourmad et al. (2008) und Hansen et al. (2014) verwenden einen Wert von 0,96 kg kg⁻¹ in ihren Sauenmodellen.

Diese Arbeit verwendet einen Wert für x_{cb} von 0,95 kg kg⁻¹.

2.4.3 Ferkelzahlen als Funktion der Wurfnummer

Für die Rechnungen werden benötigt:

- die Anzahl der geborenen Ferkel (einschl. Totgeburten) zur Berechnung des Lebendmassenverlustes während der Geburt,
- die Anzahl der lebend geborenen Ferkel, um in Kombination mit der Zahl der abgesetzten Ferkeln die Zahl der zu ernährenden Ferkel zu berechnen,
- die Anzahl der zu ernährenden Ferkel zur Berechnung der Milchmenge und
- die Anzahl der abgesetzten Ferkel als Bezugsgröße für die leistungsabhängigen Emissionen.

Tabelle 2

Relevante Lebendmassen zur Berechnung des ME-Bedarfs von Zuchtsauen (in kg ZSau⁻¹) als Funktion der Wurfnummer (gerundete Werte).

Tag	0	14	49	117	127	128	LM-Verluste	
Zeitpunkt	A	B, C	D	E	F	G	Geburt	Laktation
Wurf Nr.								
1		158	177	227	235	207	27,1	18,7
2	189	191	203	254	261	233	28,3	17,9
3	215	217	225	276	283	254	28,6	17,4
4	238	239	242	292	300	271	28,5	17,0
5	254	254	255	304	311	283	28,0	16,4
6	266	266	264	310	317	290	27,3	15,5
7	274	273	268	312	318	291	26,7	14,2
≥ 8	277	276	268	308	314	288	26,0	10,6

Lebend geborene Ferkel

Kohärente Praxisdaten zu Ferkelzahlen als Funktion der Wurfnummer fehlen weitgehend. Hilgers und Kremling (2013) geben experimentelle Werte für lebend geborene Ferkel als Funktion der Wurfzahl an. Aus diesen Werten wurde die in Abbildung 5 dargestellte (stetig gekrümmte) Beziehung (Polynom 4. Ordnung, $R^2 = 0,99$) abgeleitet.

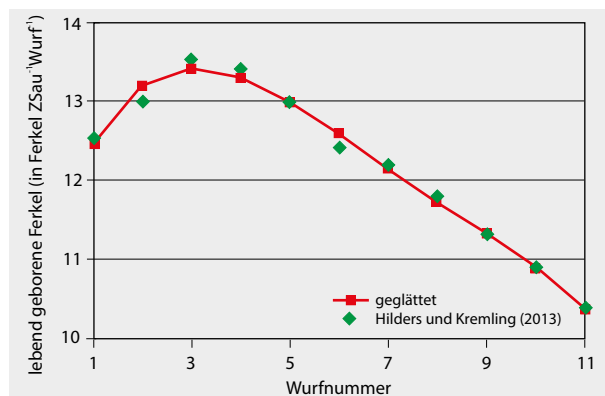


Abbildung 5

Zahl der lebend geborenen Ferkel als Funktion der Wurfnummer (nach Daten aus Hilgers und Kremling, 2013, grüne Rhomben)

Ferkelverluste bis zum Absetzen

Aus thüringischen Quellen sind die Zahlen für lebend geborene und abgesetzte Ferkel für bis zu 8 Würfen bekannt (SKBR, 2014). Abbildung 6 gibt die daraus erhaltenen Verluste, die berechneten Mittelwerte sowie eine daraus gewonnene stetige Funktion bis zu 8 Würfen wieder (Polynom 3. Ordnung; R^2 in Bezug auf die Mittelwerte 0,90). Eine solche Funktion wird in den wenigen anderen vorliegenden Arbeiten gestützt:

Hoy (o. J.) referiert: „In Jungsauenwürfen treten zumeist höhere Gesamtverluste je Wurf (ca. 1,3 Ferkel) als bei Altsauen im zweiten bis vierten Wurf (etwa 1,2 Ferkel) auf. Bei älteren Sauen steigen die Verluste allerdings wieder an. Die geringste Verlustrate haben die Sauen im 2. Wurf.“ Konkrete Werte werden nicht angegeben.

Welp (2014) formuliert: „In der Regel ist bei Altsauen (> 5. Wurf) ein höheres Verlustniveau als bei Jungsauen zu beobachten (English und Smith, 1975; Meyer, 2009). Damit einhergehend nimmt die Überlebensrate der Ferkel bei Sauen mit mehr als 5 Würfen ab (Kunz und Ernst, 1987; Hellbrügge, 2007)“.

Hellbrügge et al. (2008) sowie Bonow (2016) belegen erhöhte Verluste mit zunehmender Wurfzahl (Abbildung 7). Diese Werte lassen sich nicht mehr in stetige Funktionen umwandeln. Die Höhe der Verluste liegt deutlich über den für Thüringen berichteten Daten.

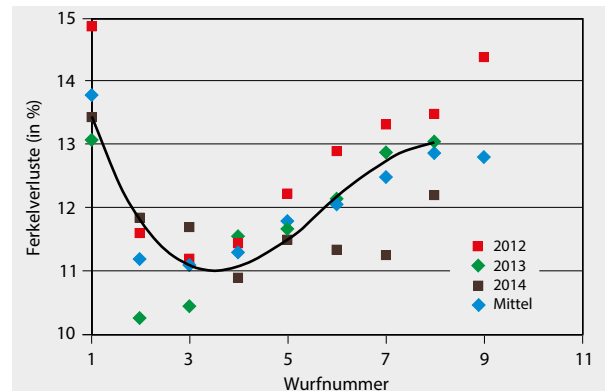


Abbildung 6

Ferkelverluste als Funktion der Wurfnummer (Thüringer Daten aus SKBR, 2014). Zu Einzelheiten siehe Text.

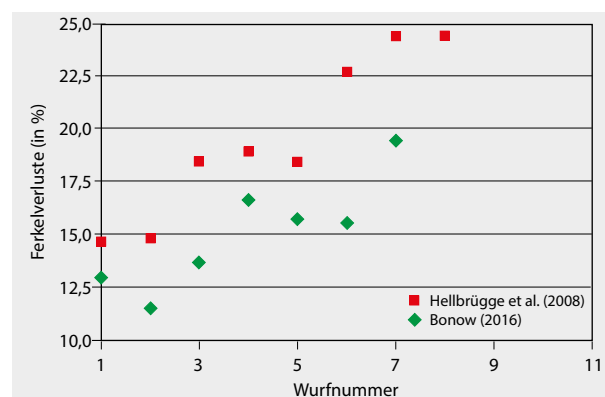


Abbildung 7

Ferkelverluste als Funktion der Wurfnummer. (Daten aus Hellbrügge et al., 2008, sowie Bonow, 2016). Zu Einzelheiten siehe Text.

Wir rechnen mit den anhand von Abbildung 6 geschätzten Verlusten, wie sie in Tabelle 3 zusammen gestellt sind. Der Anteil der Totgeburten liegt bei 5 %.

Tabelle 3

Ferkelverluste als Funktion der Wurfnummer (gerundet)

Wurfnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Verluste (in %)	13,5	11,8	11,1	11,1	11,5	12,2	12,7	13,0	13,0	13,0	13,0

Tabelle 4

Anzahl der insgesamt geborenen, lebend geborenen, zu fütternden und abgesetzten Saugferkel als Funktion der Wurfnummer (gerundet)

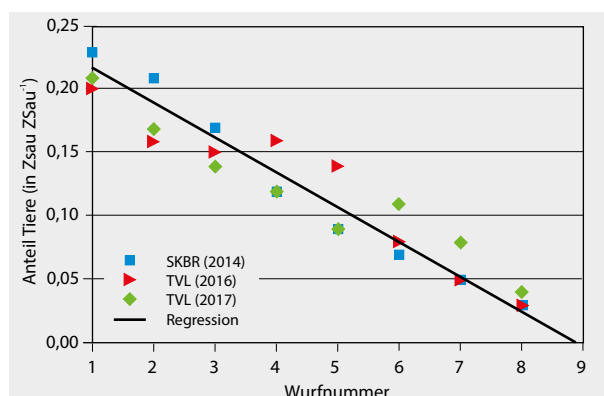
Wurfnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
geboren	13,1	13,9	14,1	14,0	13,7	13,2	12,8	12,3	11,9	11,4	10,9
lebend geboren	12,5	13,2	13,4	13,3	13,0	12,6	12,2	11,7	11,3	10,9	10,4
zu füttern	11,6	12,4	12,7	12,6	12,3	11,8	11,4	11,0	10,6	10,2	9,7
abgesetzt	10,8	11,6	11,9	11,8	11,5	11,1	10,6	10,2	9,9	9,5	9,0

Es ergeben sich die in Tabelle 4 angegebenen Ferkelzahlen: Die Zahl der lebend geborenen Ferkel orientiert sich an Hilgers und Kremling (2013) (rote Punkte in Abbildung 5): Die Zahl der insgesamt geborenen Ferkel berücksichtigt den Totgeburtenanteil von 5 %. Mit Hilfe von Tabelle 3 werden die Zahlen der abgesetzten Ferkel ermittelt. Als Zahl der zu ernährenden Ferkel wird der Mittelwert von lebend geborenen und abgesetzten Ferkel gewählt.

2.4.4 Sauenzahlen innerhalb einer Herde als Funktion der Verluste - Alterstruktur der Herde

Die Zahl der Ferkel ist eine Funktion der Wurfnummer. In einer Sauenherde ist daher die Altersstruktur, d. h. der Anteil der Sauen in den jeweiligen Wurfnummern, von Bedeutung.

Alterstrukturen in Sauenherden werden z.B. in Müller (2011), SKBR (2014) und TVL (2016, 2017) angegeben. Alle deuten (in guter Näherung) auf einen nahezu linearen Zusammenhang zwischen Wurfnummer und Tierzahlen hin. Abbildung 8 ist eine beispielhafte Auswertung thüringischer Datensätze. Die Ausgleichsgerade schneidet die Wurfnummer-Achse *de facto* bei der Wurfzahl 9. (Die Original-datensätze enthalten jeweils geringe Anteile von Wurfnummern ≥ 9).

**Abbildung 8**

Altersstrukturen in thüringischen Sauenherden. Praxisdaten von 22 Betrieben (SKBR, 2014), 28 bzw. 30 Betrieben (TVL, 2016, 2017).

Altersstrukturen von Sauenherden mit geringeren und höheren maximalen Wurfnummern wurden in der Literatur bisher nicht gefunden.

Unter der Annahme, dass ein linearer Zusammenhang zwischen den Anteilen von Sauen in einer Herde als Funktion der Wurfnummer wie in Abbildung 8 verallgemeinerbar ist, lässt sich für Verteilung bei einer gegebenen maximalen Anzahl von Würfen j ein Dekrement c_j von Wurf zu Wurf ableiten, das der Gleichung (15) folgt.

$$c_j = \frac{1}{\frac{j}{2} \cdot (j+1)} \quad (15)$$

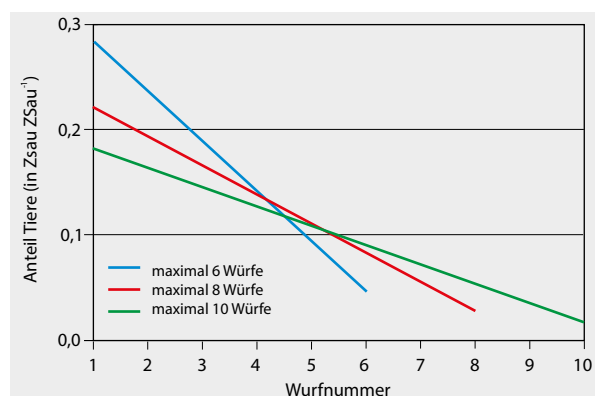
mit

c_j Abnahme der Anteile an der Herde (in Zsau Zsau⁻¹)
 j maximale Wurfnummer

Der Anteil der Tiere einer Herde mit einer gegebenen maximalen Anzahl von Würfen berechnet sich dann zu

letzte Wurfnummer c_j
 vorletzte Wurfnummer $2 c_j$
 drittletzte Wurfnummer $3 c_j$
 etc.

Das Ergebnis, d. h. der Zusammenhang zwischen Wurfnummer, Anteil der Tiere und maximaler Zahl der Würfe geht aus Abbildung 9 hervor.

**Abbildung 9**

Linearisierte Zusammenhänge zwischen Wurfnummer und Altersstruktur einer Sauenherde bei gegebener maximaler Wurfzahl

Tabelle 5

Futtereigenschaften für Absatz- und Aufzuchtferkel (Standardfutter)

Tier Lebendmasse Quelle	kg Tier ⁻¹	Absatzferkel 8-12 HKK	Aufzuchtferkel 12-20 HKK	Aufzuchtferkel 20-30 HKK
Trockenmasse	%	88,61	87,95	87,97
ME-Gehalt	MJ kg ⁻¹	14,00	13,60	13,40
GE-Gehalt	MJ kg ⁻¹	16,70	16,77	16,77
XProtein	%	17,00	17,00	17,00
XFaser	%	2,86	3,50	4,00
XFett	%	5,22	5,12	5,24
XAsche	%	5,33	5,61	5,68
BFS	kg kg ⁻¹	0,064	0,075	0,079
Verdaulichkeit Protein	kg kg ⁻¹	0,758	0,752	0,747
Verdaulichkeit OM	kg kg ⁻¹	0,852	0,838	0,828

Tabelle 6

Futtereigenschaften für Jungsauen zur Zucht (Standardfutter)

Tier Lebendmasse Quelle	kg JSau ⁻¹	Jungsau 30-60 HKK	Jungsau 60-100 HKK	Jungsau > 100 HKK
Trockenmasse	%	87,30	87,49	87,63
ME-Gehalt	MJ kg ⁻¹	13,00	13,00	13,00
GE-Gehalt	MJ kg ⁻¹	17,84	17,65	17,41
XProtein	%	16,50	14,50	14,00
XFaser	%	4,50	5,00	5,50
XFett	%	4,25	5,59	6,85
XAsche	%	5,32	4,94	4,96
BFS	kg kg ⁻¹	0,086	0,091	0,095
Verdaulichkeit Protein	kg kg ⁻¹	0,807	0,791	0,779
Verdaulichkeit OM	kg kg ⁻¹	0,852	0,831	0,819

Tabelle 7

Futtereigenschaften für Zuchtsauen (Standardfutter)

Tier Quelle		Säugefutter HKK	Tragefutter HKK	Geburtsfutter HKK
Trockenmasse	%	87,98	88,32	88,13
ME-Gehalt	MJ kg ⁻¹	13,00	12,00	12,40
GE-Gehalt	MJ kg ⁻¹	16,96	17,44	17,17
XProtein	%	16,00	13,50	14,12
XFaser	%	4,74	7,00	6,00
XFett	%	5,16	4,66	5,11
XAsche	%	5,62	4,96	5,65
BFS	kg kg ⁻¹	0,087	0,149	0,096
Verdaulichkeit Protein	kg kg ⁻¹	0,746	0,715	0,782
Verdaulichkeit OM	kg kg ⁻¹	0,816	0,811	0,769

Tabelle 8

Mit Futter zu deckender ME-Bedarf einer Zuchtsau in einem Produktionszyklus. Wurfnummer 4, Lebensabschnitte wie in Abbildung 1. Alle Angaben in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹ (Werte gerundet)

Lebensabschnitt	Dauer (in d)	Erhaltung	Zuwachs	Konzeptions- produkte	Milchbildung	Summe
A bis C	14	374	10	1	0	385
C bis D	35	940	49	35	0	1024
D bis F	68	1977	721	98	0	2795
F bis G	10	314	106	25	0	445
G bis A	28	855	-425	0	2394	2824
Summe	155	4460	461	159	2394	7474

2.5 Futtereigenschaften

Die Futtereigenschaften für die verschiedenen Tierkategorien einschließlich zugehöriger Alters- bzw. Trächtigkeitsmodifikationen sind den Tabellen 5 bis 7 zu entnehmen. Alle Futter kommen im Prinzip mit den gleichen Bestandteilen aus. Die Zusammensetzungen entsprechen modernen Industriefuttern und wurden von H. Kleine Klausing (HKK) erarbeitet. (Zur Zusammensetzung der Futter siehe Anhang 2.)

3 Ergebnisse

3.1 ME-Bedarf von Sauen

3.1.1 ME-Bedarf einzelner Lebensabschnitte

Das detaillierte Sauenmodell gliedert den ME-Bedarf in fünf Abschnitte auf, für die jeweils der Bedarf für Erhaltung, Zuwachs, Entwicklung der Konzeptionsprodukte und Milchbildung errechnet wird. Tabelle 8 fasst diese Daten beispielhaft zusammen.

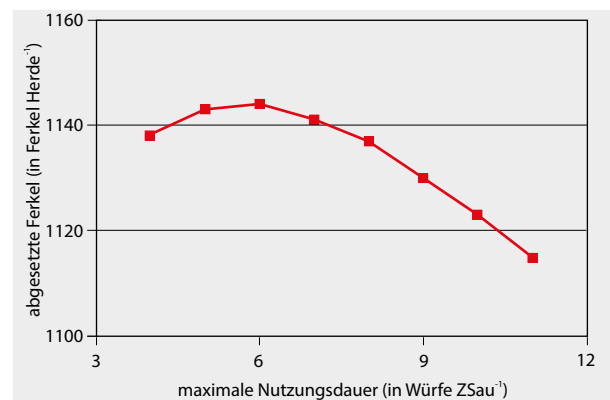
3.1.2 ME-Bedarf als Funktion der Wurfnummer

Die einzelnen Reproduktionszyklen unterscheiden sich hinsichtlich aller vier genannten Teilbeträge des ME-Bedarfs. Aus Tabelle 9 geht hervor, dass der ME-Bedarf ein Maximum bei dem fünften Wurf durchläuft.

3.2 Anzahl der abgesetzten Ferkel als Funktion der Nutzungsdauer

Die Produkte der Sauenhaltung sind in erster Linie absetzbare Ferkel. Für eine Herde von 100 Zuchtsauen wurden die Ferkelzahlen als Funktion der maximalen Wurfnummer errechnet. Abbildung 10 macht deutlich, dass deren Zahl

bei 6 Würfen ein Maximum durchläuft. Hohe maximale Wurfzahlen sind also mit Einkommenseinbußen beim Verkauf verbunden. Dem stehen ein verringerter Futteraufwand und auch verringerte Kosten der Bestandesergänzung entgegen.

**Abbildung 10**

Zahl absetzbarer Ferkel pro ZWZ in einer Herde mit 100 Zuchtsauen als Funktion der Nutzungsdauer (d.h. der maximalen Wurfzahl)

3.3 Ausscheidungen der Herde

Betrachtet wird eine Herde von 100 Sauen mit den dazugehörigen Aufzuchtferkeln und Jungsauern mit unterschiedlichen Verlusten bei den Sauen und damit unterschiedlicher Herdenzusammensetzung. Die in den Abbildungen 11 und 12 dargestellten Ergebnisse der Modellbetrachtungen unterscheiden sich für die VS und CH₄ einerseits und N und TAN andererseits. Es muss aber berücksichtigt werden, dass die Zahl der absetzbaren Ferkel (siehe Abbildung 10) die eigentliche Bezugsgröße darstellt.

Tabelle 9

ME-Bedarf einer Zuchtsau als Funktion der Wurfnummer (in MJ ZSau⁻¹ ZWZ⁻¹)

Wurfnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ME-Bedarf	6568	7050	7340	7474	7522	7479	7377	7268	7195	7118	7027

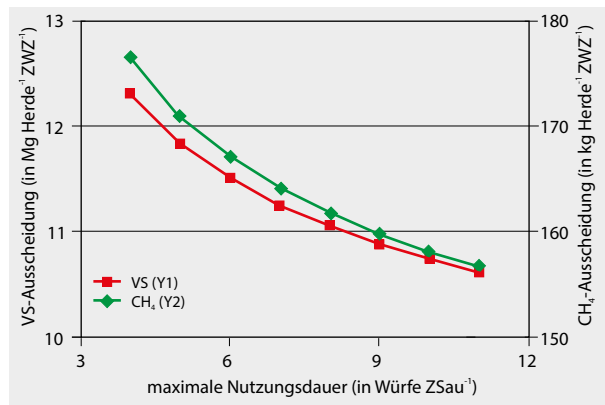


Abbildung 11

VS- und CH₄-Ausscheidungen einer Herde mit 100 Zuchtsauen (Sauen einschließlich zugehörigen Aufzuchtferkeln und Jungsauen) als Funktion der in der Herde erreichten maximalen Nutzungsdauer der Sauen

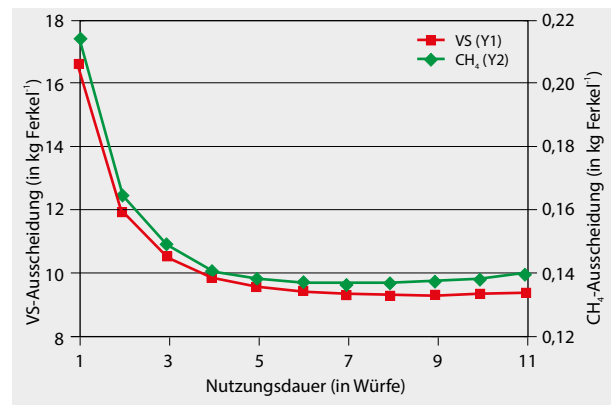


Abbildung 13

VS- und CH₄-Ausscheidungen je abgesetztes Ferkel einer Sau als Funktion der realisierten Würfe

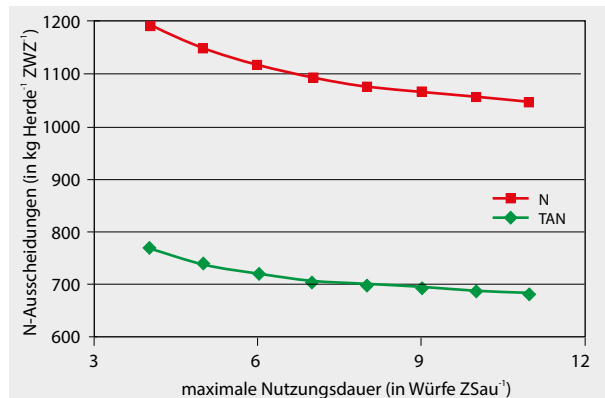


Abbildung 12

N- und TAN-Ausscheidungen einer Herde mit 100 Zuchtsauen (Sauen einschließlich zugehörigen Aufzuchtferkeln und Jungsauen) als Funktion der in der Herde erreichten maximalen Nutzungsdauer der Sauen

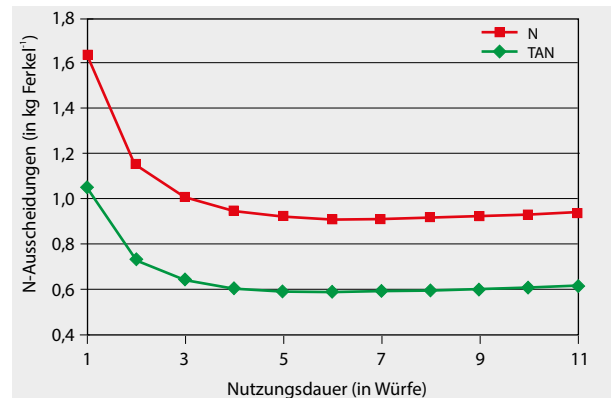


Abbildung 14

N- und TAN-Ausscheidungen je abgesetztes Ferkel einer Sau als Funktion der realisierten Würfe

3.4 Ausscheidungen je abgesetztes Ferkel

3.4.1 Ausscheidungen als Funktion der Lebensleistung

Die moderne Schweinefleischerzeugung ist mehrstufig organisiert. In der Vermehrungsstufe (Ferkelproduktion) werden die in der nachfolgenden Maststufe genutzten Mast-Hybriden erzeugt.

Für die Wirtschaftlichkeit der Ferkelproduktion ist neben der Zahl und der Lebendmasse der verkauften Ferkel pro Sau und Wurf und den zugehörigen Ferkelpreisen auch die Nutzungsdauer einer Sau, messbar an der Lebensleistung, d.h. der Zahl realisierter Würfe und der Zahl abgesetzter Ferkel je Wurf, wichtig.

Auch die „unproduktiven“ Lebensabschnitte der Sau, d.h. ihre Lebensspannen als Aufzuchtferkel und als Jungsau müssen in die Betrachtung einbezogen werden. Dagegen sind die Futtermengen und Ausscheidungen des Basiszucht vernachlässigbar (Dämmgen et al., 2018a).

Die Abbildungen 13 und 14 veranschaulichen, welche Emissionen pro abgesetztem Ferkel auftreten, wenn man **eine Zuchtsau** betrachtet, deren Nutzungsdauer systematisch variiert wird.

Für das Emissionsgeschehen ergibt sich, dass auch die berechneten VS-, CH₄-, TAN und N-Ausscheidungen je abgesetztem Ferkel deutlich von der Nutzungsdauer der Sau abhängig sind. Unverkennbar ist: Erst ab dem 5. Wurf werden keine nennenswerten weiteren Abnahmen bei den Ausscheidungen je erzeugtes Ferkel beobachtet. Die Kurven in den Abbildungen 13 und 14 durchlaufen vielmehr bei Nutzungsdauern um 7 Würfe (VS und CH₄) bzw. 4 (N und TAN) ein flaches Minimum. Dies stellt somit gleichzeitig ein Optimum bezüglich der zu erwartenden Emissionen je erzeugtem Ferkel dar.

3.4.2 Ausscheidungen einer Herde als Funktion der Verluste bei den Zuchtsauen

Letztlich interessant sind die Ausscheidungen einer Zuchtsauenherde als Funktion der Verluste. Diese drücken

sich aus in der maximalen Wurfzahl, die in einer Herde erreicht wird, sofern – wie oben beschrieben – von einer konstanten Zahl von Verlusten je Wurf ausgegangen wird.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen die Emissionen je abgesetztem Ferkel, die in einer **Herde von 100 Zuchtsauen** als Funktion der maximalen Anzahl der realisierten Würfe auftreten. Die in der Herde erzielte Anzahl absetzbarer Ferkel (Abbildung 10) wird berücksichtigt; verringerte Emissionen je Tier und verringerte Tierzahlen je Herde können einander kompensieren oder gegenläufige Effekte bewirken. Eine Verbesserung der Tiergesundheit ist bei VS und CH_4 mit verringerten Ausscheidungen der Zuchtsauenherde verbunden (Abbildung 15). Entsprechende Effekte können bei N und TAN nur abgeschwächt beobachtet werden (Abbildung 16). Die Ausscheidungen bleiben ab einer Maximalen Nutzungsdauer von 8 Würfen praktisch unverändert.

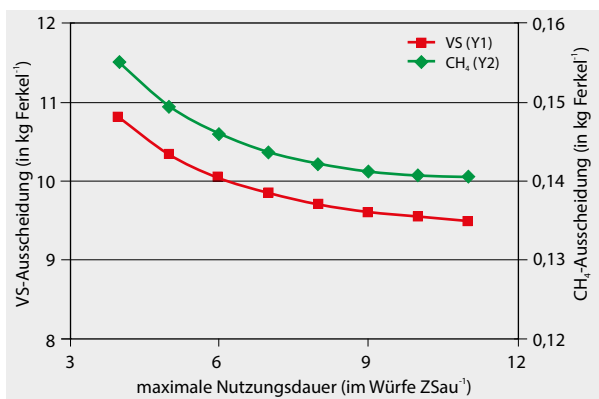


Abbildung 15

VS- und CH_4 -Ausscheidungen je abgesetztes Ferkel der Herde als Funktion der in einer Herde erreichten maximalen Nutzungsdauer der Sauen

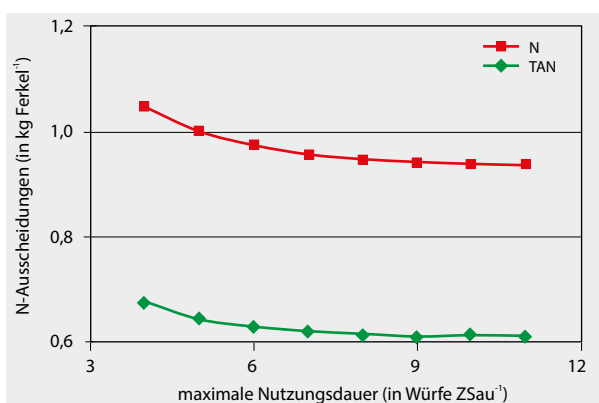


Abbildung 16

N- und TAN-Ausscheidungen je abgesetztes Ferkel der Herde als Funktion der in einer Herde erreichten maximalen Nutzungsdauer der Sauen

3.5 Fazit

Die Sauenhaltung trägt zu den CH_4 -Emissionen der Landwirtschaft mit etwa 1,4% bei (Rösemann et al., 2017). Der größere Anteil entfällt auf die Emissionen aus dem

Wirtschaftsdünger-Management. Bedenkt man, dass die Zahl der maximal erreichten Würfe im Regelfall ≥ 5 bereits gängige Praxis ist (z.B. Hilgers und Kremling, 2013; TVL, 2016), so bleibt das mögliche Einsparpotenzial nur gering.

NH_3 -Emissionen sind bei sonst gleichbleibenden Bedingungen (Stall, Lager, Ausbringung) den TAN-Ausscheidungen proportional. Ein nennenswertes Einsparpotenzial ist zurzeit nicht erkennbar: Eine Verlängerung der Nutzungsdauer von Zuchtsauen über die derzeit üblichen Wurfzahlen hinaus ist nicht emissionsrelevant.

4 Diskussion

4.1 Zusammenfassende Bewertung

Die Bundesrepublik Deutschland ist einer der attraktivsten Absatzmärkte für Schweinefleisch. Neben dem großen und kaufkräftigen Binnenmarkt tragen die stabilen Wirtschaftsverhältnisse sowie die zentrale Lage Deutschlands innerhalb der EU dazu bei. Die nationale Ferkelerzeugung, notwendiger Bestandteil jeder Schweinefleischerzeugung, wird trotz der hohen Zahl importierter Ferkel auch zukünftig eine bedeutende Rolle spielen (Bonow, 2016; Offermann et al., 2016).

Die vorliegenden Modellrechnungen konzentrieren sich auf die zu erwartenden Emissionen je abgesetztes Ferkel in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer der Muttertiere. Sie zeigen die Auswirkung einer verbesserten Tiergesundheit auf die Verringerung produktbezogener Ausscheidungen (und damit auch auf Futter und Futterkosten) und somit gleichzeitig auf die produktbezogene Umweltbelastung durch Ausscheidungen und Emissionen.

Den Autoren ist keine Arbeit bekannt, die sich bisher einer solchen Fragestellung gewidmet hat.

4.2 Wert der methodischen Arbeit

Die Erarbeitung eines eigenen methodischen Ansatzes war notwendig, der sowohl die differenzierte Fütterung und Haltung der Muttertiere in Abhängigkeit vom Alter sowie Trächtigkeits- und Laktationsstadium einschließlich dem Alter der Ferkel als auch die Tierverluste bzw. die Nutzungsdauer detailliert umfasst. Die Berücksichtigung neuerer Ansätze in der Sauenfütterung mit Einsatz eines spezifischen Geburtsfutters erhöht die zugehörige Komplexität des verwendeten Zuchtsauenmodells zusätzlich. Nur mit Hilfe des neuen Ansatzes lassen sich die nichtlinearen Zusammenhänge zwischen Alter der Zuchtsauen, Produktivität einer Herde und Ausscheidungen errechnen und bewerten.

4.3 Unsicherheit und Repräsentativität

Die eingesetzten Methoden zur Berechnung des ME-Bedarfs und der Ausscheidungen von VS, N und TAN sind Standardverfahren in der Tierernährung. Das Verfahren zur Bestimmung der CH_4 -Emissionen aus der Verdauung erlaubt es, Futtereigenschaften spezifisch abzubilden.

Die Verfahren werden hier eingesetzt, um Vergleichswerte zu erzeugen, d.h., überall wird mit denselben Unsicher-

heiten gearbeitet. Trends werden jedoch zutreffend wiedergegeben.

Aussagekräftige experimentelle Datensätze zu den Lebendmassen von Zuchtsauen als Funktion der Zeit im Reproduktionszyklus und für unterschiedliche Trächtigkeiten sind offenbar nicht verfügbar. Hier besteht ein erheblicher Forschungsbedarf.

Die im Rahmen dieser Arbeit vorgenommenen Schätzungen sind durch Vervollständigungen experimenteller Werte entstanden. Sie bilden die Wirklichkeit hinreichend gut ab. Weitere Annahmen zu wichtigen Parametern wurden aus der verfügbaren Literatur abgeleitet.

Repräsentativ sind die Aussagen dieser Modellrechnungen nur hinsichtlich der zu beobachtenden Trends.

Wünschenswert wäre eine Validierung der vorliegenden Ergebnisse mit Hilfe weiterer experimenteller Datensätze.

4.4 Ausblick

Vor dem Hintergrund der aktuell in der deutschen Ferkelerzeugung zu beobachtenden weiteren Zunahme hyperfruchtbarer Jungsaunen vor allem auf dänischer Zuchtbasis (Bonow, 2016; TVL, 2016, 2017), wäre zusätzlich eine mehrjährige versuchsbegleitende Datenerhebung mit diesen neueren Sauen-Genetiken (DanSau) *in praxi* wünschenswert.

Dänische Schweinezüchter berichteten bereits vor geraumer Zeit, dass es möglich ist, mehr als 30 abgesetzte Ferkel pro Sau und Jahr zu erzeugen (Pedersen, 2010). Es darf an dieser Stelle daran erinnert werden, dass noch vor ca. 15 Jahren als Produktionsziel 25 abgesetzte Ferkeln pro Sau und Jahr genannt wurde (Brade und Flachowsky, 2006).

Eine weiter zunehmende Wurfgröße dürfte viele Nebenwirkungen haben, etwa auf die Körpermasseveränderungen während der Laktation einer Sau, auf die Gesundheit und realisierbare Nutzungsdauer sowie auf die Haltung solcher hyperfruchtbaren Sauen und das zugehörige Management der Abferkeleinheiten. Vor diesem Hintergrund und wegen der in unserer Gesellschaft zunehmend lauter werdenden Kritik an Höchstleistungen in der tierischen Produktion bleibt eine Fortführung der begonnenen Arbeiten zu umweltrelevanten Emissionen in der Erzeugung von Schweinefleisch auch zukünftig angezeigt.

Anhang 1

Zur Plausibilität der Lebendmasseverluste während der Laktation

In Tabelle 2 werden Lebendmasseverluste während der Laktation von 18,7 kg ZSau⁻¹ bis 10,6 kg ZSau⁻¹ errechnet. Die folgende Zusammenstellung von Literaturdaten lässt erkennen, dass diese Daten plausibel sind.

Noblet et al. (1990) lassen den Schluss zu, dass bei primiparen Sauen beim Säugen Lebendmasseverluste von im Mittel 15 kg ZSau⁻¹ anzusetzen sind. Unabhängig von der Wurfnummer erwähnt GfE (2006) Verluste zwischen 5 und 20 kg ZSau⁻¹, wobei Verluste von „mehr als 10 bis 20 kg zu vermeiden sind.“

Die in Beyer et al. (1993) angegebenen Datensätze enthalten verwertbare Informationen über Verluste (Messwerte) für die Wurfnummern 1 bis 8 in Höhe von 14 bis 16 kg ZSau⁻¹.

Aherne (2001) fand einen Massenverlust von (umgerechnet) 10 kg ZSau⁻¹ bei einer 150 kg schweren Sau mit 10 Ferkeln.

Pedersen et al. (2016) beobachteten Massenverluste vom 2ten bis zum 28ten Tag in der Höhe von 12 und 15 kg ZSau⁻¹ bei unterschiedlicher Fütterung.

Eine Auswertung von Daten für 1677 deutschen und slowakischen Sauen ergab die in Abbildung 2 dargestellte Häufigkeitsverteilung. Diese war praktisch unabhängig von der Wurfnummer (Thaker und Bilkei, 2005).

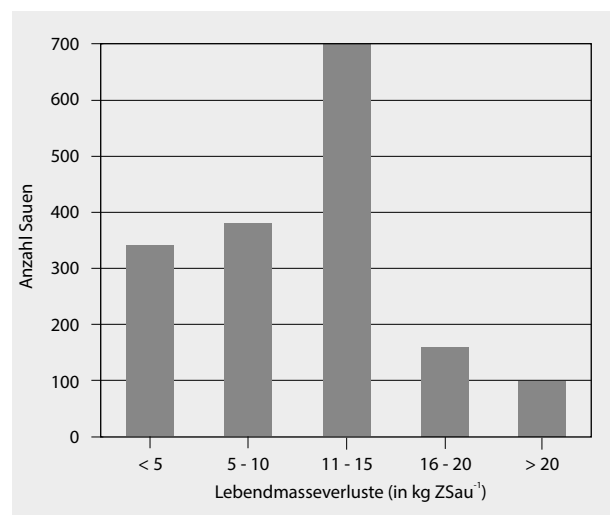


Abbildung 17

Häufigkeitsverteilung der Lebendmasseverluste bei säugenden Sauen (Daten aus Thaker und Bilkei, 2005)

Die Durchsicht der Literaturdaten ergibt, dass die Lebendmasseverluste bei gegebener Rasse und Wurfnummer auch tierindividuell sehr stark variieren (siehe auch Diskussion in Heinze et al., 2008 sowie in Thaker und Bilkei, 2005).

Anhang 2

Futterzusammensetzungen

Tabelle A1

Aufzuchtferkel, Standardfutter

Tier Masse Quelle	kg Tier ¹	Absatzferkel 8-12 HKK	Aufzuchtferkel 12-20 HKK	Aufzuchtferkel 20-30 HKK
Gerste erhitzt	% FM	10,00	10,00	
Gerste vierzeilig	% FM	10,00	17,38	28,16
Mais	% FM	13,91	6,10	1,71
Sojaextraktionsschrot getoastet 49	% FM	7,53	14,90	14,68
Sojaöl	% FM	3,33	3,26	3,39
Weizen	% FM	40,00	40,00	40,00
Weizen-Kleie	% FM		3,00	7,00
Sojaproteinkonzentrat	% FM	5,00		
Ca-Phosphat	% FM	0,81	0,73	0,55
Kohlensaurer Kalk	% FM	0,95	1,32	1,39
Viehsalz	% FM	0,51	0,59	0,57
Methionin	% FM	0,28	0,21	0,18
Lysin HCl	% FM	0,77	0,64	0,57
Threonin	% FM	0,31	0,29	0,25
Tryptophan	% FM	0,11	0,08	0,06
Premix Ferkel	% FM	1,00	1,00	1,00
Ameisensäure	% FM	0,50	0,50	0,50
Summe	% FM	100	100	100

Tabelle A2

Jungsaugen F1, Standardfutter

Tier Masse Quelle	kg Tier ¹	Jungsau 30-60 HKK	Jungsau 60-100 HKK	Jungsau 100-150 HKK
Gerste vierzeilig	% FM	20,00	20,00	39,88
Rapsextraktionsschrot	% FM	8,00	10,00	12,00
Sojaextraktionsschrot getoastet 44	% FM	10,14	2,67	1,75
Sojaöl	% FM	2,48	3,67	4,98
Weizen	% FM	53,75	51,43	32,92
Weizen-Kleie	% FM	2,77	9,95	6,40
Ca-Phosphat	% FM	0,31		
Kohlensaurer Kalk	% FM	1,22	1,08	1,07
Viehsalz	% FM	0,45	0,45	0,42
Methionin	% FM	0,01		
Lysin HCl	% FM	0,29	0,22	0,07
Threonin	% FM	0,08	0,03	
Premix Sau	% FM	0,50	0,50	0,50
Summe	% FM	100	100	100

Tabelle A3

Zuchtsauen F1, Standardfutter

Tier Status Quelle		Sau laktierend HKK	Sau tragend HKK
Gerste vierzeilig	% FM	20,00	20,00
Rapsextraktionsschrot	% FM	8,00	12,00
Sojaextraktionsschrot getoastet 44	% FM	10,18	0,58
Sojaöl	% FM	3,89	2,45
Trockenschitzel	% FM		12,20
Weizen	% FM	45,45	42,10
Weizen-Kleie	% FM	9,38	9,26
Ca-Phosphat	% FM	0,28	
Kohlensaurer Kalk	% FM	1,35	0,80
Viehsalz	% FM	0,58	
Methionin	% FM	0,01	
Lysin HCl	% FM	0,30	0,10
Threonin	% FM	0,08	
Tryptophan	% FM	0,01	
Premix Sau	% FM	0,50	0,50
Summe	% FM	100	100

Literatur

- Aherne F (2001) Feeding the lactating sow [online]. Zu finden in <<http://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/07/feeding-the-lactating-sow1.pdf>> [zitiert am 10.04.2018]
- Beyer M, Jentsch W, Hoffmann L, Schiemann R (1993) Untersuchungen zum Energie- und Stickstoffumsatz von graviden und laktierenden Sauen sowie von Saugferkeln. : 1. Mitt. Versuchsplan und Ergebnisse zur Lebendmasseentwicklung von graviden, güsten und laktierenden Sauen sowie zu Reproduktionsleistungen in Gravidität und Laktation. Arch Anim Nutr 44:293-315
- Beyer M, Jentsch W, Hoffmann L, Schiemann R, Klein M (1994) Untersuchungen zum Energie- und Stickstoffumsatz von graviden und laktierenden Sauen sowie von Saugferkeln. : 4. Mitt. Chemische Zusammensetzung und Energiegehalt der Konzeptionsprodukte, der reproduktiven Organe und der Lebendmassezunahmen und -abnahmen bei graviden und laktierenden Sauen. Arch Anim Nutr 45:7-36
- Bonow J (2016) Fruchtbarkeitsanalyse verschiedener Schweinegenotypen [online]. Zu finden in <https://edoc.ub.uni-muenchen.de/19811/1/Bonow_Juliane.pdf> [zitiert am 10.04.2018]
- Brade W, Flachowsky G (eds) (2006) Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung : Empfehlungen für die Praxis. Braunschweig : FAL, 247p, Landbauforsch Völknerode SH 296
- Dämmgen U, Amon B, Gyldenkerne S, Hutchings NJ, Kleine Klausung H, Haenel H-D, Rösemann C (2011) Reassessment of the calculation procedure for the volatile solids excretion rates of cattle and pigs in the Austrian, Danish and German agricultural emission inventories. Landbauforsch 61(2):115-126
- Dämmgen U, Brade W, Meyer U, Haenel H-D, Rösemann C, Flessa H, Webb J, Strogies M, Schwerin M (2016) Gaseous emissions arising from protein production with German Holsteins : an analysis of the energy and mass flows of the entire production chain ; 2. Emissions and reduction potentials. Landbauforsch Appl Agric Forestry Res 66(3):193-214, DOI:10.3220/LBF1480076929000
- Dämmgen U, Haenel H-D, Rösemann C, Kleine Klausung H, Webb J, Brade W, Berk A (2017) Energy requirements and excretion rates of pigs used for reproduction (young sows, young boars, breeding sows and boars) - a compilation and assessment of models. Landbauforsch Appl Agric Forestry Res 67(2):53-70, DOI:10.3220/LBF1501498873000
- Dämmgen U, Brade W, Haenel H-D, Rösemann C, Kleine Klausung H, Webb J, Berk A (2018a) Pork production in Thuringia - management effects on ammonia and greenhouse gas emissions. 1. Depiction of the state in 2015. Landbauforsch Appl Agric Forestry Res, eingereicht
- Dämmgen U, Brade W, Haenel H-D, Rösemann C, Kleine Klausung H, Webb J, Berk A (2018b) Pork production in Thuringia - management effects on ammonia and greenhouse gas emissions. 2. Reduction potentials and projections In Vorbereitung für Landbauforsch Appl Agric Forestry Res
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (2013) Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Frankfurt a M : DLG-Verl, 119 p, Arb DLG 199
- Dourmad JY, Étienne M, Valancogne A, Dubois S, van Milgen J, Noblet J (2008) InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of sows. Anim Feed Sci Technol 143:372-386
- English PR, Smith WJ (1975) Some causes of death in neonatal piglets. Vet Annu 15:95-104
- EU – Europäische Kommission (2017) Luftverschmutzung durch Stickstoffdioxid : Kommission droht Deutschland mit Klage [online]. Zu finden in <https://ec.europa.eu/germany/news/luftverschmutzung-durch-stickstoffdioxid-kommission-droht-deutschland-mit-klage_de> [zitiert am 11.04.2018]
- Everts H, Dekker RA (1995) Effect of protein supply during pregnancy and lactation on body composition of sows during three reproductive cycles. Livest Prod Sci 43:137-147
- Feyera T, Theil PK (2017) Energy and lysine requirements and balances of sows during transition and lactation : a factorial approach. Livest Sci 201:50-57
- GfE - Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2006) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt a M, DLG-Verlag, 247 p
- Haenel H-D, Dämmgen U, Laubach P, Rösemann C (2011) Update of the calculation of metabolizable energy requirements for pigs in the German agricultural emission inventory. Landbauforsch 61(3):217-228
- Hansen AV, Strathe AB, Theil PK, Kebreab E (2014) Energy and nutrient deposition in the reproducing sow : model development and evaluation. J Anim Sci 92:2458-2472
- Heinze A, Rau K, Ochrimenko W, Gernand E (2008) Untersuchungen zur Lebendmasseentwicklung und zur Konditionsbewertung bei Sauen im Reproduktionszyklus : Abschlussbericht [online]. Zu finden in <<http://www.tll.de/ainfo/pdf/saur0608.pdf>> [zitiert am 11.04.2018]

- Heinze A, Mußlick M, Müller J (2009) Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Jungsauenaufzucht [online]. Zu finden in <https://www.tll.de/ainfo/pdf/ll_jsau.pdf> [zitiert am 11.04.2018]
- Hellbrügge B (2007) Genetic aspects of piglet losses and the maternal behaviour of sows. Kiel : Univ, 119 p
- Hellbrügge B, Tölle K-H, Bennewitz J, Henze C, Presuhn U, Krieter J (2008) Genetic aspects regarding piglet losses and the maternal behaviour of sows. : Part 1. Genetic analysis of piglet mortality and fertility traits in pigs. *Animal* 2:1273–1280
- Hilgers J, Kremling R (2013) Lang lebe die Sau. *top agrar* 2013(7):S6-S8
- Hoy S (o.J.) Saugferkelverluste reduzieren und Ferkelqualität verbessern : Häufigkeit, Ursachen und wirtschaftliche Bedeutung von Ferkelverlusten [online]. Zu finden in <<http://www.schweinebesamung.de/pdf/saugferkelverluste.pdf>> [zitiert am 11.04.2018]
- Kirchgeßner M, Kreuzer M, Müller HL, Windisch W (1991) Release of methane and carbon dioxide by the pig. *Agribiol Res* 44:103-113
- Kreuzer M, Kirchgeßner M, Roth FX (1991) Experimental evaluation of the capacity of the hindgut of sows to ferment purified dietary ingredients and of consequences in nitrogen metabolism. *Adv Animal Physiol Anim Nutr* 22:62-66
- Kunz HJ, Ernst E (1987) Abgangsursachen bei Ferkeln. *Züchtungskunde* 59:135-145
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2013) Basisdaten für die Ermittlung des Düngedarfs für die Umsetzung der Düngeverordnung, zur Berechnung des KULAP-Nährstoff-Saldos, zur Berechnung der Nährstoffbilanz nach Hoftor-Ansatz : Stand 2013 [online]. Zu finden in <http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/basisdaten_2013.pdf> [zitiert am 12.04.2018]
- McPherson RL, Ji F, Wu G, Blanton JR, Kim SW (2004) Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *J Anim Sci* 82:2534-2540
- Meyer E (2009) Steigende Fruchtbarkeit erhöht die Anforderungen an das Management. *Nutztierpraxis aktuell* 29:34-38
- Müller J (2011) Wie teuer wird das 30. Ferkel? : Grenzkostenentwicklung in der Ferkelerzeugung bei hoher Produktionsintensität. [online]. Zu finden in <<https://scholar.google.com/scholar?client=firefox-b&biw=1920&bih=1035&um=1&ie=UTF-8&lr&q=related:n7xVkenPxrPkUM:scholar.google.com/>> [zitiert am 27.06.2018]
- Noblet J, Dourmad JY, Etienne M (1990) Energy utilization by pregnant and lactating sows : modeling of energy requirements. *J Anim Sci* 68:562-572
- Offermann F, Banse M, Deblitz C, Gocht A, González-Mellado AA, Kreins P, Marquardt S, Osterburg B, Pelikan J, Rösemann C, Salamon P, Sanders J (2016) Thünen-Baseline 2015 - 2025: agri-economic projections for Germany. *Landbauforsch Appl Agric Forestry Res* 66(4):240-257
- Pedersen BK (2010) New target : 35 pigs per sow per year [online]. Zu finden in <<https://www.wattagnet.com/articles/4724-new-target-35-pigs-per-sow-per-year>> [zitiert am 11.04.2018]
- Pedersen TF, Sønderby Bruun T, Feyera T, Larsen UK, Theil PK (2016) A two-diet feeding regime for lactating sows reduced nutrient deficiency in early lactation and improved milk yield. *Livest Sci* 191:165-173
- Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Freibauer A, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B (2017) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2015 : Report on methods and data (RMD) Submission 2017. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 424 p, Thünen Rep 46
DOI:10.3220/REP1490877117000
- SKBR - Schweinekontrolle und Beratungsring (2014) Jahresbericht 2014 [online]. Zu finden in <http://www.tvlev.de/cms/sites/default/files/downloads/publikationen/SKBR%20Jahresbericht%202014_0.pdf> [zitiert am 11.04.2018]
- Thaker MYC, Bilkei G (2005) Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Anim Reprod Sci* 88:309-318
- TVL - Thüringer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfung (2016) Bericht über Arbeit und Ergebnisse : Prüfungsjahr 2015 [online]. Zu finden in <http://www.tvlev.de/cms/sites/default/files/downloads/publikationen/TVL%20Jahresbericht%202015_Endfassung_01-04-16.pdf> [zitiert am 11.04.2018]
- TVL - Thüringer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfung (2017) Jahresbericht 2016 [online]. Zu finden in <<http://www.tvlev.de/cms/sites/default/files/downloads/publikationen/TVL%20Jahresbericht%202016.pdf>> [zitiert am 11.04.2018]
- UBA – Umweltbundesamt (2017) Ammoniak-Emissionen [online]. Zu finden in <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#textpart-1>> [zitiert am 11.04.2018]
- Welp S (2014) Untersuchungen zur Reduzierung der Ferkelverluste und zur Verbesserung der täglichen Zunahmen der Ferkel bei hochfruchtbaren Sauen [online]. Zu finden in <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2014/10855/pdf/WelpStephan_2014_02_28.pdf> [zitiert am 11.04.2018]

Pork production in Thuringia – management effects on ammonia and greenhouse gas emissions. 1. Depiction of the state in 2015

Ulrich Dämmgen*, Wilfried Brade**, Hans-Dieter Haenel*, Claus Rösemann*,
Heinrich Kleine Klausing***, J. Webb****, and Andreas Berk*****

Summary

The formation of ammonia (NH₃) and greenhouse gases (GHG) related to pork production is scrutinized in a fictitious enterprise that comprises 1,000 fattening places, the affiliated piglet and basic breeding herds as well as the herds of purebred grandparent animals. It also provides the necessary feed production as well as the provision of mineral fertilizers, lime, energy and water. Production conditions in the model reflect the situation in Thüringen (Thuringia), Germany.

The most important NH₃ sources are animal houses and mineral fertilizer application. GHG emissions arise mainly from feed production, in particular from the release of nitrous oxide. Within animal production itself, the majority of emissions are attributed to the fattening stage. They exceed those from piglet production. Emissions from basic breeding herds are almost negligible. However, it is inadequate to restrict estimates only to the fattening stage. Our results show clearly that potential emission reduction measures have to take the entire production chain into account.

Key words: *pork production, ammonia, greenhouse gases, area under cultivation, fertilizing, energy, water*

Zusammenfassung

Schweinefleischproduktion in Thüringen – Auswirkungen von Managementmaßnahmen auf Ammoniak- und Treibhausgasemissionen. 1. Abbildung des Zustands im Jahr 2015

Die Entstehung von Ammoniak (NH₃)- und Treibhausgas (THG)-Emissionen bei der Produktion von Schweinefleisch wird am Beispiel eines fiktiven Unternehmens untersucht, das neben der Mast mit 1.000 Mastplätzen gleichzeitig eine zugehörige Ferkelproduktion einschließlich einer Basiszucht (reinerassige Großelternherdenbestände) betreibt und den Futteranbau sicherstellt. Einbezogen sind darüber hinaus die Mineraldünger- und Kalkherstellung sowie die Bereitstellung von Energie und Wasser. Die Produktionsbedingungen entsprechen den Verhältnissen in Thüringen.

Die wesentlichen NH₃-Quellen sind die Ställe und die Anwendung von Mineraldüngern. Die THG-Emissionen resultieren im Wesentlichen aus der Futtererzeugung, hier insbesondere als Lachgas-Emissionen. Die der Mast zuzuordnenden Emissionen sind deutlich größer als die aus der Ferkelproduktion, die der Basiszucht zuzuordnenden Emissionen erscheinen vernachlässigbar. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass mögliche emissionsmindernde Maßnahmen die Betrachtung der gesamten Prozesskette erfordern. Es genügt nicht, nur die letzte Stufe der Produktion, die Mast der Endprodukte, zu bewerten.

Schlüsselwörter: *Schweinefleischerzeugung, Ammoniak, Treibhausgase, Anbaufläche, Düngung, Energie, Wasser*

* Johann Heinrich von Thünen Institute, Institute of Climate-Smart Agriculture, Bundesallee 65, 38116 Braunschweig

** University of Veterinary Medicine Hannover (TiHo), Institute for Animal Breeding and Genetics, Bünteweg 17p, 30559 Hannover

*** EW Nutrition GmbH, Hogenbögen 1, 49429 Visbek

**** Faculty of Science and Engineering, MI Building, City Campus – South Wulfruna St, Wolverhampton WV1 LY, United Kingdom

1 Introduction

More than half the meat consumed in Germany is pork. German pork and pork products are much sought-after commodities. For 2016, pork production exceeded domestic demand by 20%. The ratio of pork exports to imports is about 2.5 (VdF, 2017). An ever increasing human world population is likely to result in increased demands for pork. With limited resources, future pork production demands increased efficiency. Furthermore, progress is likely with respect to daily weight gains due to improvement of the genetic potential and its subsequent exploitation. Boar fattening is likely to replace barrow fattening to some extent. This should result in increased numbers of animals produced per place and year (Dämmgen et al., 2013).

At the same time, national and international environmental policies aim at a reduction of air and water pollution. Within the EU, Germany has committed itself to a reduction of ammonia (NH₃) emissions of 29% as compared with 2005, after 2030 (EU, 2016). In addition, animal welfare is to be improved (BMEL, 2017a). For pork production this means more floor space per animal as well as installations to improve well-being. This will result in larger soiled areas and hence increased NH₃ emissions from animal houses unless measures are taken to reduce those emissions.

If a reduction of livestock numbers is to be avoided, these ambitious goals can only be achieved by introduction of greatly advanced techniques not only in animal husbandry itself, but also in feed production and the provision of water and energy.

The Thuringian State Institute for Agriculture (TLL) initiated a desk study to identify sources of NH₃ and greenhouse gases (GHG) in Thuringian pork production, covering the entire production chain. This paper aims to describe the

situation in 2015, for which plenty of statistical information is available.

A second paper (Dämmgen et al., 2019) deals with reduction potentials by discussing a systematic analysis, and reflects the changes anticipated for 2020 and 2025.

2 Material and methods

2.1 General approach

Calculations are made for a fictitious comprehensive enterprise – the “example enterprise” – with 1,000 places for fatteners, consisting of the farm itself, including all the animals needed for pork production (i.e. fattening, piglet production, and production and maintenance of sows and boars for breeding – basic production – named the “example herd” in the following), the land for feed production and processing, fertilizer manufacture, limestone extraction, water supply and fossil fuels used to provide heating and operate farm machinery.

In order to create a consistent data set, conditions prevailing in the German Federal State of Thuringia were used (animal weights, weight gains, number of pregnancies, animal losses, crop yields, fertilizer mix, etc.). However, as statistics were still incomplete with respect to our data requirements, a board of experts was asked for advice.¹

The general procedure to identify and treat the relevant mass flows within an example herd was described in Dämmgen et al. (2016b).

¹ Thuringian State Institute for Agriculture (TLL): Thomas Bauer, Simone Müller, Jürgen Müller, Gerd Reinhold, Hubert Schröter, Wilfried Zorn.
Thuringian Ministry for Infrastructure and Agriculture: Michael Mußlick.
Qnetics GmbH: Brigitte Neues.

Table 1

Animal subcategories used in fattening, piglet production and basic breeding – names, lifespans and feeding phases – on overview

Category	Subcategory	Duration of lifespan in subcategory	Feeding
Weaners	weaners	6 weeks	3 phases, 3 feeds
Fattening pigs	not differentiated	4 months	3 phases, 3 feeds
	fattening gilts	4 months	3 phases, 3 feeds
	fattening barrows	4 months	3 phases, 3 feeds
	fattening boars	4 months	3 phases, 3 feeds
Breeding sows	young sows	6 months	3 phases, 3 feeds
	breeding sows (F1 sows)		
	1st litter	21 weeks	4 phases, 2 feeds
	2nd litter	21 weeks	4 phases, 2 feeds
	3rd litter	21 weeks	4 phases, 2 feeds
	etc.		
Breeding boars	young boars	5.5 months	3 phases, 3 feeds
	boars for artificial insemination (AI)	18 months	1 phase, 1 feed
	teaser boars	12 months	1 phase, 1 feed

2.1.1 Animal subcategories and numbers

Table 1 lists the animal subcategories considered, the respective production times and feeding details. The latter reflect common practice.

Fattening pigs are housed conventionally in pens with fully slatted, partially slatted or solid floors with bedding (see Chapter 2.3.2). Male piglets are castrated. Gilts and barrows are transferred to pens and fattened (all in all out mode; overall losses 4 %).

The herd of fatteners is maintained by weaners produced to replace 1,000 fatteners per round. These are fed and housed conventionally (flat decks; overall losses 2 %).

Calculations differentiate between animals used (slaughtered and incorporated into the fattening herd, respectively) and those which perish during production (in our calculations, these are fed to a weight of 19 kg piglet⁻¹ or 75 kg fatter⁻¹; see below).

The number of sows needed to produce the required number of piglets is calculated assuming a maximum productive lifespan of eight litters. The sperm portions needed are then used to derive the number of boars for artificial insemination (AI boars) (2.4 portions per successful insemination). An appropriate number of teaser boars is deduced (3 teaser boars per 1 AI boar).

Animal numbers for basic breeding (boars and sows) consider the usual selection procedures for both genders (10 % of boars raised are used for artificial insemination; 75 % of sows raised are used in piglet production).

Pure breeding comprises the production of single breed sows and boars to produce the F1 hybrids for piglet production.

For calculation details see Dämmgen et al. (2018).

2.1.2 Feeding, housing and manure management

Animals are fed typical diets as provided by the compound feed industry (see Tables 7 to 11 and A1 to A4 in the appendix). These reflect the requirements of metabolizable energy (ME), protein and other nutrients as a function of the state of development and performance.

2.1.3 Feed production, mineral fertilizer and lime application, diesel consumption of tractors

Feed is grown according to animal requirements, using standard amounts of N, P and K fertilizers, lime and pesticides. Details of these inputs are given in section 2.3.4. The amounts of diesel fuel are used as listed for ploughing, tilling and spreading and presuppose level fields, mean tillage resistance and a distance of 2 km between farm buildings and field.

Limestone to neutralize soil acidity, for calcium ammonium nitrate and as feed limestone powders is conventionally quarried and processed. N fertilizer production is based on a modified Haber Bosch process.

All slurry or farmyard manure is applied to arable crops, as pork production does not include grassland management.

2.2 Models

For fattening pigs, weaners and sows, models describing energy requirements, feed intake and excretion rates reflect the state of the art applied to establishing the national agricultural emission inventory (Haenel et al., 2011; Rösemann et al., 2017). Modelling of all other pig subcategories follows Dämmgen et al. (2017).

Direct and indirect emissions related to crop production, mineral fertilizer and lime production as well as the provision of water (mains) and energy (natural gas, diesel fuel, electricity) follow the international rules provided in EMEP (2016) and IPCC (2006, Volumes 2, 3 and 4), using national input data wherever possible. A detailed description is provided in Dämmgen et al. (2016a).

2.3 Data

2.3.1 Data characterizing the animal herd

Tables 2 to 6 summarize the animal performance characteristics, feed intake and loss rates. All data reflect the situation in Thuringia in 2015. For fattening (Table 2), weight gains are the dominating properties, for piglet production (Table 3) the number of piglets fed affects the energy requirements. The numbers of piglets born, fed and weaned are functions of the age of the sow (number of lactation).

A side effect of the production of breeding sows is the production of male F1 animals. While the sows are fed carefully aiming at optimum body condition, boars are castrated and fattened to produce pork (as in Table 2).

In addition to boars for sperm production (artificial insemination: AI boars), mature teaser boars are used to arouse sows and improve the insemination rate. The properties of mature boars and the other subcategories involved in the production process are listed in Table 5.

2.3.2 Data characterizing manure management

A variety of housing systems has to be accounted for. We differentiate between

- fully slatted floor (fsf)
- partially slatted floor (psf)
- farmyard manure systems (FYM): solid floor with bedding
- flat decks, treated as fully slatted floors
- mix: the typical mix of systems (65 % fsf, 30 % psf, 5 % FYM) reported for Thuringian pork production (TLSt, 2011)

62 % of slurry is stored in conventional tanks without cover, 38 % undergoes anaerobic digestion producing methane in gas tight systems, which is used to generate electricity (frequency derived from Thuringian expert data).

Farmyard manure is stored in heaps.

18 % of animal places for fattening and piglet production are equipped with air scrubbers (frequency Thuringian expert information; 80 % separation efficiency for NH₃, see Dämmgen et al., 2010).

The comprehensive enterprise uses all liquid and solid manure as well as the biogas slurry as organic fertilizer. As no

Entities characterizing the fattening stage in the example herd (fattening pigs and weaners)

- * methane (CH_4) from enteric fermentation
- ** volatile solids (VS) components of the organic matter excreted
- *** total nitrogen (N) excreted in urine and faeces
- **** total ammoniacal nitrogen (TAN) excreted in urine
- ***** for details of mix of manure management systems see Chapter 2.3.2

Entities characterizing piglet production stage in the example herd

* For their first pregnancy, sows are inseminated at a date which corresponds to day 49 pp in subsequent lactations.
 ** Fl: farrowing interval
 *** Losses are covered by the reduction of sow numbers from lactation to lactation.

Table 4

Entities characterizing all other F1 animals in the example herd

		Young sows F1		Young boars/barrows F1	Weaners F1
		for breeding	for fattening		
Start weight	kg animal ⁻¹	30	30	30	8
Final weight	kg animal ⁻¹	148	110	120	30
Daily weight gain	g animal ⁻¹ d ⁻¹	720	720	840	428
ME requirements	MJ animal ⁻¹ a ⁻¹	5,607	3,022	3,377	548
Feed intake FM	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	431	232	260	40
Feed intake DM	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	378	203	227	33
Excretions					
CH ₄ enteric	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	0.60	0.32	0.32	0.06
VS	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	72.5	37.7	34.1	4.6
N	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	8.21	4.35	5.40	0.54
TAN	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	5.91	3.14	4.23	0.34
Animals fed	animal herd ⁻¹ a ⁻¹	55.0	13.8	68.8	139.7
Animal losses	%	3	3	1.5	1
Manure management		FYM **	FYM	mix *	FYM
* Same mix as for fattening pigs (see below)					
** FYM: farmyard manure					

Table 5

Entities characterizing boars for artificial insemination (AI boars) and other animals produced and needed in this context

		AI boars	Teaser boars	Young boars	Fattening sows	Weaners
Start weight	kg animal ⁻¹	150	150	30	30	8
Final weight	kg animal ⁻¹	308	282	150	120	30
Daily weight gain	g animal ⁻¹ d ⁻¹	328	362	700	840	428
ME requirements	MJ animal ⁻¹ a ⁻¹	17,293	13,063	4,948	3,317	548
Feed intake FM	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	1,441	1,089	391	255	40
Feed intake DM	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	1,254	947	341	223	33
Excretions						
CH ₄ enteric	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	1.86	1.40	0.54	0.35	0.06
VS	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	210	158	63	28	4.60
N	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	32.8	24.5	5.8	4.3	0.54
TAN	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	25.0	18.6	4.2	3.1	0.34
Animals fed	animal herd ⁻¹ a ⁻¹	0,17	0,52	1,80	1,80	3,50
Animal losses	%	2	2	2	2	2
Manure management		FYM	FYM	FYM	mix	FYM

grass is fed, the entire amount is used in crop production. Thuringian statistics suggest the following split for 2015 (in % of N handled):

- slurry
 - broadcast on bare soil, incorporation within 1 h 2.5 %
 - broadcast on bare soil, incorporation within 4 h 1.9 %
 - broadcast on short vegetation 2.6 %
 - trailing hose, incorporation within 1 h 8.7 %
 - trailing hose, incorporation within 4 h 6.1 %
 - trailing hose, trailing shoe, short vegetation 25.2 %
 - injection (immediate incorporation) 52.5 %

farmyard manure

- broadcast on bare soil, incorporation within 24 h 100 %

2.3.3 Feed properties

Animal feed compositions follow those of commercially available products, containing barley (winter), wheat, wheat bran, maize, rape seed extraction meal, soya bean extraction meal (44 and 49 % protein), soya oil, soya protein concentrate, sugar beet pulp, whey powder, Ca phosphate, salt, lime powder and amino acids (methionine, lysine HCl, threonine, tryptophan).

Table 6a

Entities characterizing pure breeding, animals except sows

		Weaners	Young sows	Young boars reproduction	Fattening sows	Fattening barrows
Start weight	kg animal ⁻¹	8	30	30	30	30
Final weight	kg animal ⁻¹	30	158	150	120	120
Daily weight gain	g animal ⁻¹ d ⁻¹	428	720	700	840	840
ME requirements	MJ animal ⁻¹ a ⁻¹	548	5,607	4,948	3,317	3,317
Feed intake FM	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	40	431	391	255	255
Feed intake DM	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	33	378	341	223	223
Excretions						
CH ₄ enteric	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	0.06	0.60	0.54	0.35	0.35
VS	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	4.6	72.5	63	28	28
N	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	0.54	8.20	5.80	4.32	4.32
TAN	kg animal ⁻¹ a ⁻¹	0.34	5.90	4.20	3.11	3.11
Animals fed	animal herd ⁻¹ a ⁻¹	97,4	44,3	4,4	4,4	44,3
Animal losses	%	*	2	2	2	2
Manure management		FYM	FYM	FYM	mix	mix
* Not taken into account						

Table 6b

Entities characterizing pure breeding of sows in the example herd

		Sows in lactation number	
		1	2
Start weight	kg animal ⁻¹	158	189
Final weight	kg animal ⁻¹	189	215
Daily weight gain	g animal ⁻¹ d ⁻¹	not relevant	
Piglets born	piglet sow ⁻¹	13.90	14.70
ME requirements	MJ animal ⁻¹ FI ⁻¹	6,464	7,239
Feed intake FM	kg animal ⁻¹ FI ⁻¹	522	583
Feed intake DM	kg animal ⁻¹ FI ⁻¹	460	518
Excretions			
CH ₄ enteric	kg place ⁻¹ FI ⁻¹	1.19	1.36
VS	kg place ⁻¹ FI ⁻¹	92	102
N	kg place ⁻¹ FI ⁻¹	7.21	8.49
TAN	kg place ⁻¹ FI ⁻¹	4.97	6.00
Animals fed	animal herd ⁻¹ a ⁻¹	7.2	7.2
Animal losses	%	*	
Manure management		FYM	FYM
* Not taken into account			

Feed properties are listed in Tables 7 to 11. For details of feed composition see Appendix.

2.3.4 Data characterizing crop production

The amounts of each single crop are calculated from the ME intake figures. From these the cropped areas are derived with

Table 7

Weaners' standard feed properties

Animal subcategory		Weaner live weight kg animal ⁻¹		
		8-12	12-20	20-30
Dry matter (DM) content	%	88.61	87.95	87.97
ME content	MJ kg ⁻¹	14.00	13.60	13.40
Crude protein (CP)	%	17.00	17.00	17.00
Crude fibre (CF)	%	2.86	3.50	4.00
Ether extract (EE)	%	5.22	5.12	5.24
Crude ash (CA)	%	5.33	5.61	5.68
Bacterially fermentable substrate (BFS)	kg kg ⁻¹	0.064	0.075	0.079
Digestibility of N	kg kg ⁻¹	0.758	0.752	0.747
Digestibility of organic matter (OM)	kg kg ⁻¹	0.852	0.838	0.828

Table 8a

Fatteners' standard feed properties

Animal subcategory		Fattener live weight kg animal ⁻¹		
		30-60	60-90	> 90
4,674	%	87.52	87.30	87.36
ME content	MJ kg ⁻¹	13.20	13.00	12.80
Crude protein (CP)	%	17.50	16.50	15.50
Crude fibre (CF)	%	3.79	3.73	4.27
Ether extract (EE)	%	3.05	1.83	1.79
Crude ash (CA)	%	5.10	4.76	4.41
Bacterially fermentable substrate (BFS)	kg kg ⁻¹	0.071	0.069	0.072
Digestibility of N	kg kg ⁻¹	0.866	0.861	0.829
Digestibility of organic matter (OM)	kg kg ⁻¹	0.851	0.850	0.830

Table 8b

Fatteners' N P reduced feed properties

Animal subcategory		Fattener live weight kg animal ⁻¹		
		30-60	60-90	> 90
Dry matter (DM) content	%	87.52	87.34	87.41
ME content	MJ kg ⁻¹	13.20	13.00	12.80
Crude protein (CP)	%	17.00	15.00	14.00
Crude fibre (CF)	%	3.73	3.60	4.19
Ether extract (EE)	%	2.98	1.76	1.83
Crude ash (CA)	%	5.05	4.61	4.27
Bacterially fermentable substrate (BFS)	kg kg ⁻¹	0.069	0.065	0.069
Digestibility of N	kg kg ⁻¹	0.865	0.852	0.817
Digestibility of organic matter (OM)	kg kg ⁻¹	0.850	0.846	0.825

Table 9

Breeding sows' and boars' standard feed properties

Animal subcategory		Breeding sow lactating gestating			Breeding boar
Dry matter (DM) content	%	87.98	88.32	86.99	
ME content	MJ kg ⁻¹	13.00	12.00	12.00	
Crude protein (CP)	%	16.00	13.50	18.50	
Crude fibre (CF)	%	4.74	7.00	5.96	
Ether extract (EE)	%	5.16	4.66	1.91	
Crude ash (CA)	%	5.62	4.96	5.70	
Bacterially fermentable substrate (BFS)	kg kg ⁻¹	0.083	0.138	0.091	
Digestibility of N	kg kg ⁻¹	0.826	0.762	0.824	
Digestibility of organic matter (OM)	kg kg ⁻¹	0.803	0.781	0.790	

Table 10

Young sows' (F1) standard feed properties

Animal subcategory		Young sow (F1)		
		30-60	60-100	> 100
Dry matter (DM) content	%	87.30	87.49	87.63
ME content	MJ kg ⁻¹	13.00	13.00	13.00
Crude protein (CP)	%	16.50	14.50	14.00
Crude fibre (CF)	%	4.50	5.00	5.50
Ether extract (EE)	%	4.25	5.59	6.85
Crude ash (CA)	%	5.32	4.94	4.96
Bacterially fermentable substrate (BFS)	kg kg ⁻¹	0.076	0.079	0.080
Digestibility of N	kg kg ⁻¹	0.835	0.802	0.785
Digestibility of organic matter (OM)	kg kg ⁻¹	0.821	0.799	0.790

the fertilizer needed. The crops used in this paper and select- ed characteristics are compiled in Table 12.

N fertilizer application follows the recommendations by BMEL (2017b), adjusted for yields reported for Thuringia. The entire manure produced is taken into account, using a mineral

Table 11

Young boars' standard feed properties

Animal subcategory		Young boar		
		30-60	60-90	> 90
Dry matter (DM) content	%	87.34	87.23	87.27
ME content	MJ kg ⁻¹	13.00	12.60	12.60
Crude protein (CP)	%	17.00	16.50	15.50
Crude fibre (CF)	%	4.50	5.00	5.00
Ether extract (EE)	%	4.09	3.00	3.21
Crude ash (CA)	%	5.34	5.17	5.11
Bacterially fermentable substrate (BFS)	kg kg ⁻¹	0.076	0.081	0.080
Digestibility of N	kg kg ⁻¹	0.840	0.823	0.814
Digestibility of organic matter (OM)	kg kg ⁻¹	0.822	0.803	0.799

fertilizer equivalent of 0.70 kg kg⁻¹ N (BMEL, 2017b). 55 % of N fertilizer is applied as calcium ammonium nitrate (CAN), 25 % as urea and 20 % as urea ammonium nitrate (UAN).

The amounts of PK fertilizers (18 % P₂O₅, 10 % K₂O) are also taken from KTBL (2014), i.e. 0.40 Mg ha⁻¹ a⁻¹ for all cereals, 0.36 Mg ha⁻¹ a⁻¹ for rape and 0.60 Mg ha⁻¹ a⁻¹ for sugar beet.

Lime is applied to the entire land at a rate of 1 Mg ha⁻¹ a⁻¹ as standard dose. Additional lime is applied with CAN. Acidifying properties of urea have to be compensated for with extra lime.

As a rule, emissions from crop production are calculated for each single gas. Table 12 gives a combined GHG emission for soya, as details are not available at present.

2.3.5 Allocation of emissions from by-products

Several feed constituents are by-products of commodities sold otherwise. The emissions are then allocated according to the share of GE content of the respective product, and expressed as a fraction of the area used to grow the crop, with consequences on fertilizer use and then on emissions (calculations based on Beyer et al., 2004, Kool et al., 2012, and BioGrace, 2012). For details see Table 13.

2.3.6 Water and electricity

Water is required as drinking water, process water and water in plant production. Electricity has to be provided to pump this amount. In mills, no water is taken into account. Process- ing sugar beet is a source of water.

Energy requirements in the animal house

On the farm, electricity is needed for heating, lighting, cleans- ing and a variety of motors (e.g. for feed transport and remov- al of slurry or manure). KTBL (2014) recommends electricity consumption data as in Table 14 for planning purposes.

Drinking water

For all subcategories except breeding sows and boars, the amounts of drinking water are related to feed intake (fresh matter, FM). A factor of 3 l (kg FM)⁻¹ water is used. For breed- ing boars this ratio is of 3.5 l (kg FM)⁻¹ water (KTBL, 2014).

Table 12

Yields, N fertilizer, lime and water required in plant production

	Yields (Thuringia) *	N requirements according to BMEL (2017b) (yield in brackets)	Lime ****	Diesel fuel ****	Water ****	GHG emissions
	Mg ha ⁻¹ FM ***	kg ha ⁻¹ N (Mg ha ⁻¹)	Mg ha ⁻¹	l ha ⁻¹	l ha ⁻¹	kg kg ⁻¹ CO ₂ -eq
Wheat (winter wheat)	7.23	230 (8.0)	1.0	83.62	1,200	
Barley (winter barley)	7.00	180 (7.0)	1.0	83.62	1,200	
Maize	9.42	200 (9.0)	1.0	83.53	600	
Rape	3.87	200 (4.0)	1.0	84.61	900	
Soya **	3.17	0 (2.8)		58.77	300	0.3653
Sugar beet	66.24	170 (65)	1.0	92.50	900	

* Crop yields except soy taken from StatBA (2016) for the Federal State of Thuringia
 ** Soya yields taken from Sojaförderrung (2013), fuel and GHG emissions for soya from BioGrace (2012). Data set incomplete, no single gas emissions available, however overall GHG emissions.
 *** Mg (Megagramme). 1 Mg = 10³ kg
 **** The amounts of lime, diesel fuel and water are taken or derived from KTBL (2014). Energy content of diesel fuel is 35.73 MJ l⁻¹.

Table 13

Areas describing feed constituents that are by-products, and the respective allocation factors

Feed constituent	Crop	Area per unit of yield ha (Mg FM) ⁻¹	Allocation factor ha ha ⁻¹
Wheat bran	wheat (winter)	0.609	0.269
Soya bean meal 44 % CP	soya	0.458	0.656
Soya bean meal 49 % CP	soya	0.357	0.656
Soya oil	soya	1.880	0.344
Soya protein concentrate	soya		0.300 *
Rape seed meal	rape	0.470	0.398
Sugar beet pulp	sugar beet	0.339	0.242

* Incomplete preliminary information (Sojaförderrung, 2013)

Table 14

Electricity requirements in the example farm

	Unit	Weaners	Fatteners	Breeding sows
Lighting	kWh place ⁻¹ a ⁻¹	2.0	4.0	23.0
Ventilation	kWh place ⁻¹ a ⁻¹	7.0	20.0	60.0
Feeding	kWh place ⁻¹ a ⁻¹	0.3	1.0	1.5
Removal of slurry/manure	kWh place ⁻¹ a ⁻¹	0.4	0.1	0.2
Cleansing	kWh place ⁻¹ a ⁻¹	0.6	0.3	7.0
Heating	kWh place ⁻¹ a ⁻¹	60.0	45.0	24.0
Total	kWh place ⁻¹ a ⁻¹	70.3	70.4	340.0

For breeding sows, KTBL (2014) recommends 3 l (kg FM)⁻¹ water during gestation and 6.5 l (kg FM)⁻¹ water during lactation.

Process water

KTBL (2014) data are used to estimate the amounts of process water:

- fatteners 140 l place⁻¹ a⁻¹
- breeding sows 500 l place⁻¹ a⁻¹
- weaners 68 l place⁻¹ a⁻¹

Due to lack of information, the value for fatteners is also used for young sows and boars as well as breeding boars.

Water requirements in plant production

The application of pesticides is the only process where water is needed in crop production. For the respective volumes see Table 12. For soya production in Germany a single treatment using 300 l ha⁻¹ is assumed (Gehring, 2014). In this survey, irrigation is not taken into account.

3 Results

3.1 Carcasses produced

One entity characterising pork production efficiency is the emission per unit of carcass mass ². Overall carcass production amounts to 301 Mg herd⁻¹ a⁻¹, dominated by far by the fattening stage. However, selected young sows have to be taken into account, as have the barrows produced in this stage. In addition, the carcasses of breeding sows taken out of production will be used for pork production. Due to their boar taint, the use of carcasses of AI and teaser boars is restricted (even after castration). For details see Table 15.

3.2 Allocated ammonia and greenhouse gas emissions

A detailed description of the NH₃ and GHG emissions differentiating between the relevant gases and the four

² A uniform carcass dressing percentage of 79 % is used for all animal subcategories.

Table 15

Carcass weights produced in the various production stages

	Fattening sows	Fattening barrows	Young sows	Breeding sows	Young boars	AI and teaser boars
	Mg herd ⁻¹ a ⁻¹					
Fattening	132.7	132.7				
Piglet production		6.5	1.2	20.5		
Basic production	0.2				0.1	0.0
Pure breeding	0.7	4.2	0.4	1.2		0.4

production stages is provided in Tables 16 to 19. The unit “herd” stands for the respective animal category within the entire example herd. The numbers illustrate where potential reduction might be most efficient. GHG emissions are given in carbon dioxide equivalents (CO₂-eq), reflecting the respective global warming potentials (GWP) of CO₂, CH₄ and N₂O ($GWP_{CO_2} = 1 \text{ kg kg}^{-1}$, $GWP_{CH_4} = 25 \text{ kg kg}^{-1}$, $GWP_{N_2O} = 298 \text{ kg kg}^{-1}$).

General comments: While the numbers presented in Tables 16 to 19 imply a high “accuracy” it has to be kept in mind that the uncertainty of each value is considerable (see Chapter 4.1).

CO₂ emissions from the digestive tract originate from feedlime. CO₂ from respiration is not considered an emission, as it equals the amount of CO₂ fixed during photosynthesis.

Table 16

Emissions from the fattening of pigs (including weaners for fattening) in detail

	NH ₃ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq	Total GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq
Digestive tract			1,082	2,837		29.9
Manure management						
animal house	4,373					
storage	242	15	3,517			92.4
application	1,248					
overall management	5,863					
Plant production						
N mineral fertilizer	526	146				43.5
lime and calcium ammonium nitrate				15,461		15.5
plant residues		139				41.5
diesel for plant production		8	8	21,820		24.5
Mineral fertilizer production						
N fertilizers	423				21.3	21.3
P fertilizers, phosphate in feed					7.3	7.3
Lime production				128	0.0	0.1
Provision of electricity						
animal house, climate and lighting					27.1	27.1
compound feed production					2.1	2.1
lime quarry					1.5	1.5
provision of water					1.1	1.1
Provision of diesel fuel					3.0	3.0
Provision of natural gas					0.0	0.0
Indirect emissions						
from agriculture		76				
from mineral fertilizer production		5				
Total	6,812	390	4,608	40,247	63.4	334.4

Table 17

Detailed emissions from piglet production (F1 animals)

	NH ₃ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq	Total GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq
Digestive tract			408	18		10.2
Manure management						
animal house	767					
storage	67	6	394			11.7
application	186					
overall management	1,020					
Plant production						
N mineral fertilizer	130	114				34.0
lime and calcium ammonium nitrate				4,006		4.0
plant residues		31				9.3
diesel for plant production		1	0	1,568		1.8
Mineral fertilizer production						
N fertilizers	163				1.0	1.0
P fertilizers, phosphate in feed					0.4	0.4
Lime production		0	0	26		0.0
Provision of electricity						
animal house, climate and lighting					39.7	39.7
compound feed production					0.8	0.8
lime quarry					0.3	0.3
provision of water					0.3	0.3
Provision of diesel fuel					0.7	0.7
Provision of natural gas					2.6	2.6
Indirect emissions						0.0
from agriculture		13				3.9
from mineral fertilizer production		0				0.1
Total	1,312	166	802	5,618	45.9	120.9

A comparison of Tables 16 to 19 reveals that about 81 % of the NH₃ emissions and 66 % of the GHG emissions arise from fattening, 14 % and 27 % from piglet production, respectively. This reflects the difference in manure management. In contrast, the contributions of basic breeding to overall NH₃ and GHG emissions are almost negligible.

NH₃ emissions are dominated by emissions from animal houses (64 %); the largest proportion of GHG emissions arises from crop production (all steps, 58 %).

Emissions have to be related to the amounts of pork produced. They amount to 20 g (kg carcass)⁻¹ NH₃ and 1.63 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq GHG. (For details see Chapter 4.2.)

3.3 Area and water requirements

The areas needed for crop production amount to 138 ha herd⁻¹ a⁻¹, 29 ha herd⁻¹ a⁻¹, 0 ha herd⁻¹ a⁻¹ and 9 ha herd⁻¹ a⁻¹ for fattening, piglet production, basic breeding and pure breeding, respectively, totalling to 177 ha herd⁻¹ a⁻¹ or 0.59 ha (Mg carcass)⁻¹.

Water consumption is governed by drinking water (3,504 m³ herd⁻¹ a⁻¹), most of which is used for fatteners

(2,524 m³ herd⁻¹ a⁻¹). Volumes of water used for cleaning and in crop production add up to 1,022 m³ herd⁻¹ a⁻¹. The entire production chain requires 4,523 m³ herd⁻¹ a⁻¹ or 15.2 l (kg carcass)⁻¹.

3.4 Nitrogen balance

All relevant fluxes of N species are compiled in Figure 1. It is obvious that the amounts in the compartment aimed at, i.e. protein in meat, are similar to the unwanted emissions of N species: more than half the amount of N fixed in the NH₃ synthesis (13.8 Mg herd⁻¹ a⁻¹) is lost in emissions (8.8 Mg herd⁻¹ a⁻¹).

Provisionally, our calculations assume that 5 % of N from fertilizers and manures is lost with surface run off or leached to ground waters reflecting IPCC (2006, Agriculture, definition of $Frac_{LEACH-(H)}$) and the results of lysimeter studies (see below). This results in an N deficit Δm_N of about 0.5 Mg herd⁻¹ a⁻¹ or 2.8 kg ha⁻¹ a⁻¹ N. This (minor) deficit may be explained with the error propagation resulting from the uncertainties in the overall calculation procedures. However, this is an estimate; losses of N to surface and ground waters are likely, though smaller than the IPCC “rule of thumb”. Thuringia

Table 18

Detailed emissions from the basic breeding

	NH ₃ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq	Total GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq
Digestive tract			2	0		0.1
Manure management						
animal house	10					
storage	4	0	2			0.2
application	2					
overall management	16					
Plant production						
N mineral fertilizer	1	0				0.1
lime and calcium ammonium nitrate				41		0.0
plant residues		0				0.1
diesel for plant production		0	0	49		0.1
Mineral fertilizer production						
N fertilizers	1				0.1	0.1
P fertilizers, phosphate in feed					0.0	0.0
Lime production		0	0	31		0.0
Provision of electricity						
animal house, climate and lighting					0.2	0.2
compound feed production					0.0	0.0
lime quarry					0.0	0.0
provision of water					0.0	0.0
Provision of diesel fuel					0.0	0.0
Provision of natural gas					0.0	0.0
Indirect emissions						0.0
from agriculture		0				0.1
from mineral fertilizer production		0				0.0
Total	19	1	4	121	0.2	0.9

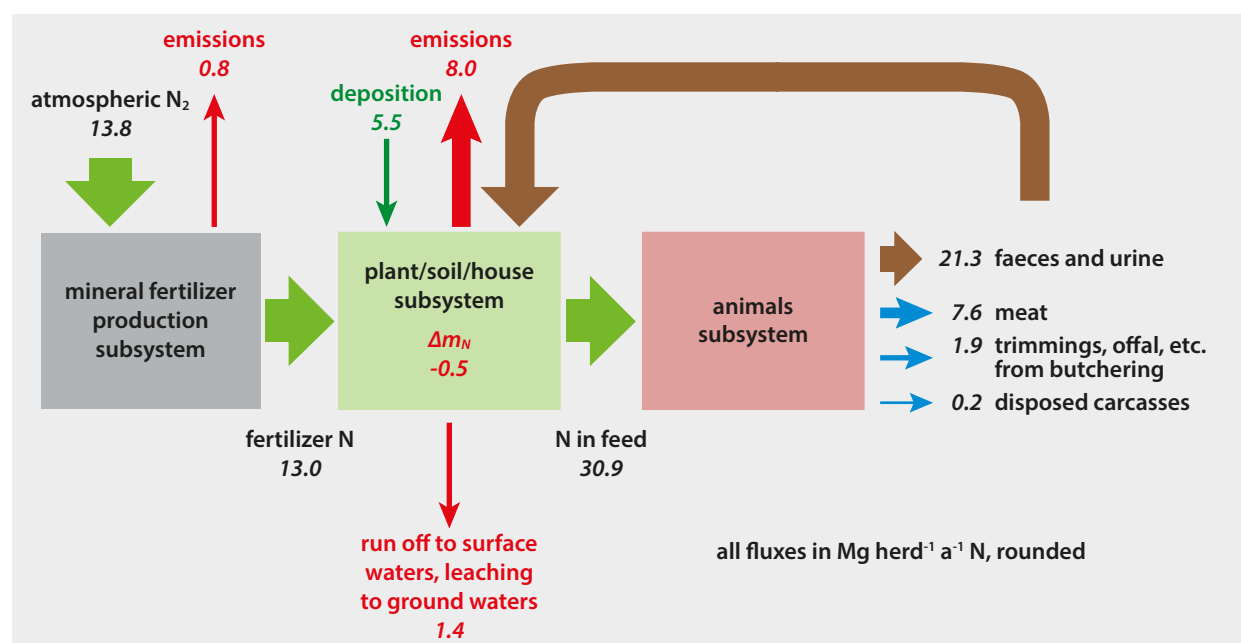


Figure 1

N fluxes in the pork production of the example enterprise (rounded values)

Table 19

Detailed emissions from the pure breeding

	NH ₃ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CH ₄ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	CO ₂ kg herd ⁻¹ a ⁻¹	GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq	Total GHG Mg herd ⁻¹ a ⁻¹ CO ₂ -eq
Digestive tract			98	2		2.4
Manure management						
animal house	250					
storage	59	9	152			6.6
application	57					
overall management	366					
Plant production						
N mineral fertilizer	38	13				3.8
lime and calcium ammonium nitrate				1,139		1.1
plant residues		14				4.0
diesel for plant production		1	0	1,411		1.6
Mineral fertilizer production						
N fertilizers	29				1.6	1.6
P fertilizers, phosphate in feed					0.1	0.1
Lime production		0	0	51		0.1
Provision of electricity						
animal house, climate and lighting					9.8	9.8
compound feed production					0.1	0.1
lime quarry					0.1	0.1
provision of water					0.0	0.0
Provision of diesel fuel					0.2	0.2
Provision of natural gas					1.0	1.0
Indirect emissions						0.0
from agriculture		7.				2.0
from mineral fertilizer production		0.				0.1
Total	434	43	250	2,603	12.9	34.7

clearly has nitrate polluted drinking water (TLUG, 2015), and leaching of agricultural N is considered the reason.

In the main agricultural production areas in the Thüringer Becken, evapotranspiration almost equals precipitation (Roth et al., 2005). Long-term lysimeter experiments with arable crops showed losses with leaching of 2 kg ha⁻¹ a⁻¹ N, equivalent to 0.35 Mg herd⁻¹ a⁻¹ N.

4 Discussion

4.1 Uncertainties

Uncertainties of the input data and the calculation procedures have to be addressed and reported in the national emission inventory. In this paper, input data are exact by definition. Uncertainties stem from the emission factors used. These vary between 40 % (most emission factors for NH₃ and GHG) and 400 % (indirectly emitted N₂O). Rösemann et al. (2017) report that the German inventory's uncertainties for GHG are 38.1 % (mainly due to uncertainties of N₂O emissions), and about 18.5 % for NH₃.

4.2 Comparability and comparative data

4.2.1 Ammonia

NH₃ emissions originate almost entirely from agricultural production. Beyond the farm gate no emissions occur at the slaughter house or during transport. In the example enterprise, NH₃ emissions related to carcass weight amount to 28 g (kg carcass)⁻¹.

Reckmann (2013) reports 20.7 g (kg carcass)⁻¹ NH₃. However, the calculation procedures are not communicated in detail. We assume that carcasses other than those of fattening pigs are not included. It seems that a natural crust was assumed for slurry storage. A mineral fertilizer equivalent different from ours was used (0.75 kg kg⁻¹).

Nguyen et al. (2011) report the acidification potential resulting from NH₃ emissions. This can be back calculated to an NH₃ emission of 30 g (kg carcass)⁻¹ which exceeds our results. Their model outline is very similar to the one described in this paper.

British investigations (BPEX, 2014) relate acidification to pork which results in carcass related NH₃ emissions of 77 and 69 g (kg carcass)⁻¹ in 2008 and 2012, respectively.

McAuliffe et al. (2017) provide a wide range of acidification equivalents. Values related to carcass weights are between 20 and 26 g (kg carcass)⁻¹ NH₃.

Thuringian pork production makes use of exhaust scrubbers and biogas production which (in combination with a considerable share of low emission incorporation conditions) has a beneficial effect on emissions.

4.2.2 Greenhouse gases

The GHG emissions listed in this paper reflect the entire production chain until slaughtering. They add up to 1.63 kg CO₂-eq GHG per kg of carcass. If only carcasses of fattening pigs are considered, this value increases to 1.83 kg CO₂-eq GHG. If, in addition, biogas plants are not taken into account, this value increases to 2.1 kg CO₂-eq GHG. If only standard feed is used, emissions increase by further 0.2 kg CO₂-eq GHG.

Reckmann (2013) calculated 3.2 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq, including road transport and slaughterhouse (in contrast to our calculations). The latter amount to 0.2 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq. Reckmann (2013) estimated GHG emissions per kg of carcass up to slaughtering of 3.0 kg CO₂-eq, still exceeding the value reported here by far. However, Reckmann (2013) presupposes daily weight gains of only 788 g animal⁻¹ d⁻¹ which is considerably less than the one listed in Table 2 (which results in higher emissions per unit of pork produced).

Danish investigations (Nguyen et al., 2011) are in line with our findings reporting 2.0 to 2.4 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq at farm level (depending on systems and modelling procedures).

A Swedish study relating GHG emissions from pork production to bone free meat can be re-calculated to carcass weights, resulting in about 2.6 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq. (Sonesson et al., 2009).

The British study (BPEX, 2014) illustrates the changes of emissions with time. Carcass related GHG emissions amounted to 4.3 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq in 2008³, and were reduced to 3.2 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq in 2012 - a reduction by 26 % in just four years. 2.9 g (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq are predicted for 2020.

A detailed study was published by McAuliffe et al. (2017) indicating the differences resulting from different modelling procedures (emissions related to live weight, slaughter weight, or carcass weight; farm gate or slaughterhouse gate). Results related to carcass weight and farm gate range between 2.5 and 3.5 kg (kg carcass)⁻¹ CO₂-eq.

By and large the product related GHG emissions quantified for the example herd are low in comparison with literature data. This is attributed to the fact that a considerable share of slurry is digested in biogas plants.

amounts (Eckert et al., 2004; 40 to 50 kg ha⁻¹ N, depending on amounts leached). Jarvis et al. (2011) describe typical pork production in Europe with results similar to those described here.

Acknowledgement

Thanks are due to the Thuringian State Institute for Agriculture (TLL) for provision of data and financial support for UD and WB.

4.2.3 Nitrogen balance

Comparable N balances could not be found in the national or international literature. Experimental balances in Central Germany more than a decade ago determined higher surplus

³ Using a carcass cutting yield of 0.7 kg kg⁻¹.

Appendix: Feed composition

Table A1

Weaners' standard feed composition in % FM (for properties see Table 7)

Animal subcategory	Weaner	Weaner	Weaner
	8-12	live weight kg animal ⁻¹ 12-20	20-30
Barley, heat treated	10.00	10.00	
Barley, winter	10.00	17.38	28.16
Maize	13.91	6.10	1.71
Whey powder	5.00		
Rapeseed meal			
Soya bean meal toasted 49% CP	7.53	14.90	14.68
Soya bean meal toasted 44% CP			
Soya bean oil	3.33	3.26	3.39
Sugar beet pulp, pressed			
Wheat	40.00	40.00	40.00
Wheat bran		3.00	7.00
Soya protein concentrate	5.00		
Soybean hulls			
Ca phosphate	0.81	0.73	0.55
Lime	0.95	1.32	1.39
Salt	0.51	0.59	0.57
Methionine	0.28	0.21	0.18
Lysine HCl	0.77	0.64	0.57
Threonine	0.31	0.29	0.25
Tryptophan	0.11	0.08	0.06
Premix weaners	1.00	1.00	1.00
Premix sows			
Premix fatteners			
Formic acid	0.50	0.50	0.50

Table A2

Fatteners' standard and N P reduced feed compositions in % FM (for properties see Table 8a)

Animal subcategory	Fattener					
	standard			N P reduced		
	live weight kg animal ⁻¹					
	30-60	60-90	> 90	30-60	60-90	> 90
Barley, heat treated						
Barley, winter	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Maize						
Whey powder						
Rapeseed meal			8.00		0.94	8.00
Soya bean meal toasted 49 % CP						
Soya bean meal toasted 44 % CP	17.95	14.87	6.08	16.20	9.06	0.88
Soya bean oil	1.35	0.08		1.27		
Sugar beet pulp, pressed						
Wheat	57.73	62.53	63.15	59.43	67.18	66.80
Wheat bran			0.77			2.06
Soya protein concentrate						
Soybean hulls						
Ca phosphate	0.57	0.36		0.59	0.41	
Lime	0.93	0.90	0.85	0.93	0.90	0.87
Salt	0.32	0.32	0.27	0.32	0.32	0.27
Methionine	0.07	0.02		0.08	0.04	0.01
Lysine HCl	0.46	0.30	0.29	0.52	0.47	0.46
Threonine	0.09	0.10	0.09	0.11	0.17	0.15
Tryptophan	0.03	0.01		0.04	0.03	0.01
Premix weaners						
Premix sows						
Premix fatteners	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Formic acid						

Table A3

Breeding sow's and boar's standard feed composition in % FM (for properties see Table 9)

Animal subcategory	Breeding sow		Breeding boar
	lactating	gestating	
Barley, heat treated			
Barley, winter	20.00	20.00	44.07
Maize			
Whey powder			
Rapeseed meal	8.00	12.00	10.00
Soya bean meal toasted 49 % CP			
Soya bean meal toasted 44 % CP	10.18	0.58	14.94
Soya bean oil	3.89	2.45	
Sugar beet pulp, pressed		12.20	
Wheat	45.45	42.10	23.10
Wheat bran	9.38	9.26	5.45
Soya protein concentrate			
Soybean hulls			
Ca phosphate	0.28		
Lime	1.35	0.80	1.15
Salt	0.58		0.54
Methionine	0.01		0.02
Lysine HCl	0.30	0.10	0.19
Threonine	0.08		0.04
Tryptophan	0.01		
Premix weaners			
Premix sows	0.50	0.50	0.50
Premix fatteners			
Formic acid			

Table A4

Young sows' and boars' standard feed compositions in % FM (for properties see Tables 10 and 11)

Animal subcategory	Young sows (F1)			Young boars		
	live weight in kg animal ⁻¹					
	30-60	60-100	> 180	30-60	60-90	> 90
Barley, heat treated						
Barley, winter	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Maize						
Whey powder						
Rapeseed meal	4.23	10.00	8.00	8.00	10.00	10.00
Soya bean meal toasted 49 % CP						
Soya bean meal toasted 44 % CP	12.35	2.76	0.96	10.74	6.61	3.66
Soya bean oil	1.41	2.49	4.09	2.33	1.10	1.28
Sugar beet pulp, pressed						
Wheat	58.75	58.94	51.02	53.02	51.54	53.02
Wheat bran		3.46	13.33	2.60	7.66	9.00
Soya protein concentrate						
Soybean hulls						
Ca phosphate	0.51	0.08		0.31		
Lime	1.18	1.06	1.37	1.21	1.19	1.20
Salt	0.45	0.45	0.44	0.45	0.45	0.45
Methionine	0.25			0.18	0.19	0.18
Lysine HCl	0.28	0.23	0.24	0.45	0.53	0.51
Threonine	0.08	0.03	0.05	0.16	0.19	0.17
Tryptophan				0.03	0.04	0.04
Premix weaners						
Premix sows	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix fatteners						
Formic acid						

References

- 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 : Forschungsinst Biol landwirtschaftl Nutztiere, 392 p
- BIOGRACE Harmonized Calculations of Biofuel Greenhouse Gas Emissions for Europe (2012) The BioGrace GHG calculation tool [online]. To be found at <<http://biograce.net/content/ghgcalculationtool/recognisedtool>> [quoted 07.09.2018]
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017a) Die Tierwohl-Initiative des BMEL [online]. To be found at <http://www.bmel.de/DE/Tier/Tierwohl/tierwohl_node.html> [quoted 07.09.2018]
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017b) Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV) [online]. To be found at <http://www.gesetz-im-internet.de/d_v_2017/D%3C%BCV.pdf> [quoted 07.09.2018]
- BPEX – British Pig Executive (2014) Life cycle assessment of British pork : environmental impacts of pig production 2008-2012 and forecast to 2020 ; executive summary [online]. To be found at <https://pork.ahdb.org.uk/media/2681/life_cycle_assessment_of_british_pork_-_executive_summary.pdf> [quoted 29.01.2019]
- Dämmgen U, Berk A, Otten C, Brade W, Hutchings NJ, Haenel H-D, Rösemann C, Dänicke S, Schwerin M (2013) Anticipated changes in the emissions of greenhouse gases and ammonia from pork production due to shifts from fattening of barrows towards fattening of boars. *Landbauforsch Appl Agric Forestry Res* 63(1):47-60
- Dämmgen U, Brade W, Haenel H-D, Rösemann C, Kleine Klausung H, Webb J, Berk A, Bauer Th (2019) Pork production in Thuringia : management effects on ammonia and greenhouse gas emissions ; 2. Reduction potentials and projections. *Landbauforsch J Sustain Org Agric Syst* 69(1): Article submitted for publication
- Dämmgen U, Brade W, Kleine Klausung H, Berk A, Haenel H-D, Müller J, Müller S, Rösemann C (2018) Modellierung der Emissionen von Treibhausgasen und Ammoniak bei der Schweinefleischerzeugung in Thüringen unter Berücksichtigung der gesamten Produktionskette : final report [online]. Jena: Thuringian State Institute for Agriculture. Schriftenreihe der TLL. Article submitted for publication.
- Dämmgen U, Brade W, Meyer U, Haenel H-D, Rösemann C, Flessa H, Webb J, Strogies M, Schwerin M (2016a) Gaseous emissions arising from protein production with German Holsteins : an analysis of the energy and mass flows of the entire production chain ; 1. Goals, methods and input data. *Landbauforsch Appl Agric Forestry Res* 66(3):161-192
- Dämmgen U, Liermann W, Bösch V, Berk A, Dänicke S (2016b) Der Einfluss der Futterkonfektionierung bei Mastschweinen und Broilern auf die Emission von Treibhausgasen und Ammoniak : Betrachtung der gesamten Produktionskette. *Landbauforsch Appl Agric Forestry Res* 66(1):45-70
- Dämmgen U, Haenel H-D, Rösemann C, Kleine Klausung H, Webb J, Brade W, Berk A (2017) Energy requirements and excretion rates of pigs used for reproduction (young sows, young boars, breeding sows and boars) : a compilation and assessment of models. *Landbauforsch Appl Agric Forestry Res* 67(2):53-70
- Dämmgen U, Hahne J, Haenel H-D, Rösemann C (2010) Die Modellierung der Emissionen von Stickstoffspezies, NMVOC und Staub aus Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung im deutschen landwirtschaftlichen Emissionsinventar. *Gefahrstoffe Reinhaltung Luft* 70:437-443
- Eckert H, Breitschuh Th, Gernand U (2004) Bericht Umwelt-Testbetriebsnetz Thüringen : 2. Auswertejahr ; Ergebnisse und Schlussfolgerungen [online]. To be found at <<http://www.tll.de/ainfo/pdf/umtb0205.pdf>> [quoted 17.04.2018]
- EMEP (2016) EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016 [online] To be found at <<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>> [quoted 10.09.2018]
- EU – European Union (2016) Directive (EU) 2016/2284 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2016 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants, amending Directive 2003/35/EC and repealing Directive 2001/81/EC [online]. To be found at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.344.01.0001.01.ENG> [quoted 29.01.2019]
- Gehring K (2014) Unkrautkontrolle in Sojabohnen [online]. To be found at <https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/unkrautkontrolle_in_sojabohnen__pr__sentation_.pdf> [quoted 11.09.2018]
- Haenel H-D, Dämmgen U, Laubach P, Rösemann C (2011) Update of the calculation of metabolizable energy requirements for pigs in the German agricultural emission inventory. *Landbauforsch* 61(3):217-228
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : vol. 2: Energy [online]. To be found at <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>> [quoted 10.09.2018]
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : vol.3: Industrial processes and product use [online]. To be found at <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol3.html>> [quoted 10.09.2018]
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : vol. 4: Agriculture, forestry and other land use [online]. To be found at <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>> [quoted 10.09.2018]
- Jarvis S, Hutchings N, Brentrup F, Olesen FE, van der Hoek KW (2011) Nitrogen flows in farming systems across Europe. In: Sutton M, Howard CM, Erisman JW, Billen G, Bleeker A, Grennfelt P, van Grinsven H, Grizzetti B (eds) *The European nitrogen assessment : sources, effects and policy perspectives*. Cambridge : Cambridge Univ Pr, pp 211-228
- Kool A, Marinussen M, Blonk H (2012) LCI data for the calculation tool Feedprint for greenhouse gas emissions of feed production and utilization : other products [online]. To be found at <https://www.blonkconsultants.nl/wp-content/uploads/2016/06/fertilizer_production-D03.pdf> [quoted 25.09.2018]
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2014) *Betriebsplanung Landwirtschaft 2014/15*. Darmstadt : KTBL, 832 p
- McAuliffe GA, Takahashi T, Mogensen L, Hermansen JE, Sage CL, Chapman DV, Lee MRF (2017) Environmental trade-offs of pig production systems under varied operational efficiencies. *J Cleaner Prod* 165:1163-1173
- Nguyen TLT, Hermansen JE, Mogensen L (2011) Environmental assessment of Danish pork [online]. To be found at <<https://pdfs.semanticscholar.org/113c/5a5acf883ee50b0924e67f4e63485152bb76.pdf>> [quoted 29.01.2019]
- Reckmann K (2013) Life cycle assessment of pork especially emphasising feed and pig production. Kiel : Univ, 129 p
- Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Freibauer A, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Döhler H, Schreiner C Osterburg B (2017) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2015 : report on methods and data (RMD) submission 2017. Braunschweig : Johann Heinrich von Thünen Inst, 424 p, Thünen Rep 46
- Roth D, Günther R, Knoblauch S, Michel H (2005) Wasserhaushaltsgrößen von Kulturpflanzen unter Feldbedingungen : Ergebnisse der TLL-Lysimeterstation. Jena : TLL, 159 p, SchR Landwirtsch Landschaftspflege Thüringen 1/2005
- Sojaförderring (2013) Sojabohnen [online]. To be found at <<https://www.sojafoerderring.de/wp-content/uploads/2013/12/Sojabohnen-Sortenratgeber-20164.pdf>> [quoted 06.09.2018]
- Sonesson U, Cederberg C, Berglund M (2009) Greenhouse gas emissions in pig meat production : decision report for climate certification [online]. To be found at <www.klimatmarkningen.se/wp-content/uploads/2009/12/2009-5-pig.pdf> [quoted 11.09.2018]
- StatBA – Statistisches Bundesamt (2016) Fachserie 3, Reihe 3.2.1. Wachstum und Ernte – Feldfrüchte 2015 [online]. To be found at <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/ErnteFeldfruechte/FeldfruechteJuni2030321152034.pdf?__blob=publicationFile> [quoted 11.09.2018]

- TLSt – Thüringer Landesanstalt für Statistik (2011) Landwirtschaftszählung in Thüringen 2010 : Wirtschaftsdünger, Stallhaltung, Weidehaltung [online]. To be found at <https://www.destatis.de/GPStatistik/servlets/MCRFileNodeServlet/THHeft_derivate_00000712/03006_2010_01.pdf;jsessionId=2AD6EE7DF4107EF8042221178B982C58> [quoted 29.01.2019]
- TLUG – Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (2015) Messnetze in Thüringen zur Überwachung des Grundwassers und Verwendung der gewonnen Daten [online]. To be found at <http://tbv-erfurt.de/joomla/files/Download/2015/Top6TLUG_LorenzMessnetze0107_2015.pdf> [quoted 06.09.2018]
- VdF – Verband der Fleischwirtschaft eV (2017) Deutschland Schweinefleisch Versorgungsbilanz [online]. To be found at <http://www.v-d-f.de/zahlen_daten_fleischwirtschaft/deutschland/> [quoted 06.09.2018]

Effect of choice of reference flow and energy correction formulas on results in life cycle assessment in dairy production

Maximillian Schüler* and Hans Marten Paulsen*

Abstract

Life cycle assessment (LCA) is increasingly important for the environmental assessment of dairy systems. While efforts to standardize procedures are being made, many studies define the functional unit and reference flow in a different way even though they all refer to energy corrected milk (ECM). The reference flow should be the amount of ECM at the farm gate to account for losses and milk fed to calves. The calculation of raw milk to ECM consists of the calculation of energy of raw milk and the scaling to the energy content of ECM. While the different formulas to calculate the energy content of raw milk differ only slightly, no consensus exists on the energy content of ECM, as it has been an arbitrary choice in all instances. Calculating the feed demand based on milk yield is also sensitive to the ECM calculation. Different energy demands for the same amount of ECM can lead to different calculated feed intakes, and consequently different resource efficiencies and environmental impacts. Consequently, when no information on the definition and calculation procedure of ECM is given, LCA results may face a severe uncertainty. We evaluated the effects of different settings on carbon footprint of milk in a calculation example and found an uncertainty of 33 % to either side of the results. In order to provide valid LCA results, the definition and calculation procedure of the functional unit and reference flow must be transparently disclosed.

Key words: *Life cycle assessment, ECM, comparison, agriculture, milk*

Zusammenfassung

Auswirkungen von Wahl des Referenzflusses und der Formel zur Energiekorrektur auf Ökobilanzergebnisse in der Milchproduktion

Ökobilanzierung (Life cycle assessment, LCA) wird für die Beurteilung der ökologischen Nachhaltigkeit von Milchviehsystemen immer wichtiger. Obwohl Ansätze zur Standardisierung vorliegen, erfolgt die Definition von funktioneller Einheit und Referenzfluss unterschiedlich, auch wenn diese jeweils als energiekorrigierte Milch (ECM) angegeben werden. Der Referenzfluss sollte die Milchmenge am Hofort sein, um Verluste und Kälberfütterung mit einzubeziehen. Die Energiekorrektur von Rohmilch besteht aus der Berechnung des Energiegehaltes der Rohmilch und der Skalierung auf den Energiegehalt von ECM. Während die Formeln zur Energiegehaltsberechnung nur wenig voneinander abweichen, existiert kein Konsens über den Energiegehalt von ECM. Dies ist in allen Fällen eine willkürliche Festlegung. Die Futteraufnahme auf Basis der Milchleistung zu berechnen, ist ebenfalls abhängig von der ECM-Berechnung. Verschiedene Energiebedarfe für dieselbe Menge ECM kann zu unterschiedlichen Futteraufnahmen führen und daraus folgend zu unterschiedlichen Bewertungen der Ressourceneffizienz und Umweltauswirkungen. Werden also keine Informationen zu Berechnung und Definition von Referenzfluss und ECM gegeben, unterliegen LCA-Ergebnisse einer großen Unsicherheit. Wir haben verschiedene Parameterkombinationen in einer Beispielrechnung für den Carbon Footprint von Milchproduktion untersucht und eine Unsicherheit von 33 % der Ergebnisse gefunden. Um sinnvolle und vergleichbare LCA-Ergebnisse zu produzieren, müssen die Definition und die Berechnung von Referenzfluss und funktioneller Einheit transparent dargestellt werden.

Schlüsselwörter: *Ökobilanz, EKM, Vergleichbarkeit, Agrarwirtschaft, Milch*

* Johann Heinrich von Thünen Institute, Institute of Organic Farming, Trenthorst 32, 23847 Westerau

Contact: hans.paulsen@thuenen.de

1 Effect of Energy Correction on LCA

1.1 Introduction

Life Cycle Assessment (LCA) plays an increasing role when assessing the environmental performance of dairy production (Baldini et al., 2017). However, LCA results may face acceptance problems due to high uncertainty or lacking trust in the uncertainty assessment (Herrmann et al., 2014). Many studies tackle various aspects of uncertainty when assessing carbon footprints. These aspects include emission factor uncertainty (Chen and Corson, 2014; Schueler et al., 2018a), activity data and parameter uncertainty (Basset-Mens et al., 2009b; Wolf et al., 2017; Zehetmeier et al., 2014), or spatial or temporal variability (e.g. Guerci et al., 2013; Schueler et al., 2018b).

With 'A common carbon footprint approach for the dairy sector' from the International Dairy Federation (IDF, 2015) and the product category rules for raw milk according to ISO 14025 from International EPD® System (www.environdec.com) two guidelines exist that aim to produce reproducible and comparable results and stress their relationship to the LCA norm 14040 (ISO, 2008). While the IDF guidelines have notably been used for carbon footprinting in the dairy sector (e.g. Dalgaard et al., 2014; Daneshi et al., 2014; Gollnow, 2014; Jayasundara and Wagner-Riddle, 2014), both guidelines are not binding.

A common scope for carbon footprinting is the cradle-to-farm gate analysis where the functional unit is defined as "1 kg energy-corrected milk (ECM)". Differences in the definition and calculation of ECM have been found in Baldini et al. (2017) and Yan et al. (2011) but dismissed as "slightly different" (Baldini et al., 2017). Of the two guidelines, IDF demands energy-corrected milk (as "fat and protein-corrected milk") while the International EPD® System obtains carbon footprints per kg raw milk.

Our hypothesis is that definition and calculation of ECM as functional unit is an important source of uncertainty in LCA. We test this hypothesis by showing that uncertainty induced by definition and calculation of ECM results in relevant differences in carbon footprint of milk when assessed with different approaches.

1.2 Material and Methods

In the following, we will address three problems that arise when using ECM as a functional unit and might influence the results:

- reference flow definition
- reference flow calculation
- calculation of feed intake based on produced ECM

To check the effects different modelling choices or algorithm choices might have in carbon footprinting of milk, we used average data from 35 dairy farms from a network of organic and non-organic dairy farms in Germany (www.pilotbetriebe.de; Hülsbergen and Rahmann, 2014). The average number of cows in 2015 was 102 with 7,376 kg raw milk produced per cow. Average fat content was 3.83 % and average crude

protein content was 3.37 %. These values are based on monthly milk control data, assessing each cow. Of this milk, on average only 6,169 kg were delivered, which includes private use and direct marketing. The remaining production had either been fed to calves or had been discarded due to retention periods.

For the sake of simplicity, we assumed yearly greenhouse gas (GHG) emissions of 1,200 tons CO₂-equivalents for the entire dairy system of which 1,000 tons CO₂-eq (83 %) are allocated to milk. This leaves 1.59 kg CO₂-eq per kg delivered raw milk. Comparable carbon footprints of milk production are also reported in studies of Pirlo (2012) or Guerci et al. (2013).

1.3 Results and discussion

Reference flow definition

According to ISO 14040:2006 the reference flow in LCA is defined as 'measure of the outputs from processes in a given product system required to fulfil the function expressed by the functional unit' (ISO, 2008).

This definition of the reference flow, in which the *output of a product system* is used as a measure, is not ambiguous. Nonetheless, in practical use two basic options have emerged and have been used for definition of the reference flow in cradle-to-farm gate assessments: the produced amount of milk (e.g. Basset-Mens et al., 2009; Haas et al., 2001) or the delivered amount of milk (e.g. Castanheira et al., 2010; Cederberg and Mattson, 2000; Thomassen et al., 2008; van der Werf et al., 2009).

In some reports, the choice is unclear (e.g. Casey and Holden, 2006; del Prado et al., 2010; Schils et al., 2006). In case the delivered milk is defined as 'sold milk' it is still possible that private use, e.g. for direct selling or own processing, remains unaccounted for. We suggest clarifying that the functional unit includes both, sold milk and private use.

Reference flow calculation

When ECM is chosen as reference flow, the output of raw milk is scaled to the energy content of ECM. The scaling factor – that is multiplied with the amount of raw milk – therefore comprises two elements: the energy content of the raw milk and the energy content of ECM. The generalized algorithm for the correction formula is found in Gaines (1928):

$$\text{Formula (1)} \quad \text{kgECM} = \text{kg}_{\text{rawmilk}} \times \frac{\text{Energycontent}_{\text{rawmilk}}}{\text{Energycontent}_{\text{ECM}}}$$

For the calculation of the energy content of milk, various algorithms exist that take various components of raw milk into account. The energy content of ECM can be expressed explicitly with a unit of energy or implicitly with appropriate fat and crude protein contents. When fat and protein contents are given, these have to be inserted into an appropriate algorithm to obtain the corresponding energy content.

To compare the effect of choice of algorithm we chose four different energy calculation formulas that are frequently used. We only considered algorithms that have coefficients for both, fat and protein content of raw milk and a linear

factor for all other components (Table 1). The general form of these algorithms is:

Formula (2)

$$\text{Energycontent}_{\text{rawmilk}} = x1 \times \text{fat\%} + x2 \times \text{crudeprotein\%} + x3$$

The formula from Sjaunja et al. (1991) was used numerous times in LCA and carbon footprint studies involving Scandinavian countries (Yan et al., 2011). The formula from NRC (2001) is the basis for ECM calculation in the IDF guidelines (IDF, 2015). However, in the IDF guidelines true protein is used instead of crude protein and the energy content was included implicitly into the formula, i.e. the factors $x1$, $x2$, and $x3$ were divided by 0.7576 Mcal kg⁻¹ ECM, which is equivalent to 3.172 MJ kg⁻¹ ECM. The formula from GfE (2001) is used for the German milk control system and forms the basis for feed demand calculations of dairy cows in Germany. The formula from Tyrell and Reid (1965) has been used frequently for the evaluation of feeding strategies in the Journal of Dairy Science (e.g. Bernard and Calhoun, 1997; Boyd et al., 2013).

Table 1

Coefficients for the calculation of energy content of milk adapted to the generalized form and metric units

Source	Fat coefficient $x1$	Crude protein coefficient $x2$	Linear factor $x3$
Sjaunja et al. (1991)	0.383	0.242	0.783
Clark et al. (2001)	0.389	0.229	0.803
GfE (2001)	0.380	0.210	1.050
Tyrell and Reid (1965)	0.376	0.209	0.948

The amount of energy in ECM has been an arbitrary choice in all correction formulas (Formula 1) used by the different authors. Sjaunja et al. (1991) justify their choice of 3.14 MJ as being the average value of other published values. The IDF guidelines provide no rationale for the choice of 0.7576 Mcal

(4% fat and 3.5% crude protein, 3.17 MJ). Similarly, GfE (2001) does not justify the choice of 3.28 MJ (4% fat and 3.4% crude protein) as standard, whereas Tyrell and Reid (1965) chose 3.14 MJ kg⁻¹ ECM (340 kcal pound⁻¹ ECM) to reflect a fat content of 4% as introduced by Gaines (1928). Nonetheless, the energy prediction formula of Tyrell and Reid (1965) is also often used in conjunction with fat and crude protein contents of 3.5% and 3.2%, respectively. Examples are Bernard and Calhoun (1997), Boyd et al. (2013), and Pagani et al. (2016). This would mean 1 kg ECM contains 2.86 MJ (Formula 2 with coefficients from Table 1). These contents are the pricing standard for milk in the United States of America (Neil Michael, Arm and Hammer Animal Nutrition, Princeton, NJ, personal communication and Jerry Cessna, Economic Research Service, USDA, personal communication), which appears to be the reason for this choice in the studies mentioned above.

With the different formulas, we calculated the energy content and the amount of ECM for milk with the different fat and protein contents from the sources and the average values from the German pilot farms (Table 2). For comparability, we changed units to SI units.

We found that the energy contents we calculated with the different standards are very similar at the same protein and fat contents, except for the results gained with the coefficients of GfE (2001). As stated above, they refer to feed energy demand per kg ECM and consequently calculations ended up in higher results. Subtracting 0.1 MJ difference between energy content and energy demand (GfE 2001) would close this gap to ~1%.

Using a different energy content of 1 kg ECM led to larger differences. Assuming 2.93 MJ kg⁻¹ ECM (3.5% fat and 3.2% crude protein, according to Tyrell and Reid (1965)) yielded up to 9% more ECM than assuming 4.0% fat and 3.5%, increasing with increasing protein content.

When different assumptions of fat and protein content of standard milk would be made, the ECM scaling may be even further off. For example, Rotz et al. (2010) assumed 3.5% fat and 3.1% protein without disclosing whether they mean crude protein or true protein.

To summarize, the choice of energy calculation formula is not an important source of differences but the choice of

Table 2

Energy contents (MJ) and scaling factors (kg ECM) for raw milk to ECM resulting from the different energy correction formulas and different fat and protein contents according to different standards

Settings		Calculation results							
Fat %	Crude protein %	Sjaunja (1991)		Clark et al. (2001)		GfE (2001)		Tyrell and Reid (1965)	
		MJ	kg ECM	MJ	kg ECM ¹	MJ	kg ECM	MJ	kg ECM ²
3.50	3.20	2.90	0.92	2.90	0.91	3.05	0.93	2.93	1.00
3.83	3.37	3.07	0.98	3.06	0.97	3.21	0.98	3.09	1.05
4.00	3.30	3.11	0.99	3.11	0.98	3.26	0.99	3.14	1.07
4.00	3.40	3.14	1.00	3.14	0.99	3.28	1.00	3.16	1.08
4.00	3.50	3.16	1.01	3.17	1.00	3.31	1.01	3.18	1.09

¹ Assuming 4.0% fat and 3.5% crude protein

² Assuming 3.5% fat and 3.2% crude protein

energy content (fat and protein contents) is very important. Consequently, when neither energy content nor fat and protein contents of ECM are disclosed, the uncertainty of results will be very high.

Calculation of feed intake

In most LCA studies, feed intake of the cattle is a very important factor and will influence the results on environmental performance. The feed intake can be calculated based on the energy demands for metabolism and production (e.g. Flysjo et al., 2011; Jayasundara and Wagner-Riddle, 2014). Typically, the offered amount of some feed components and their quality are known. The quality of others, as well as the actual intake of most components are unknown. As common approach, the energy supplied by known feed components is subtracted from the feed energy demand for metabolism, live mass increase and milk production to estimate the uptake of unknown components of the ration. Consequently, any uncertainty of total energy demand has a direct impact on the estimation of the uptake of unknown components. As an example, we assume that the difference between well-known feed uptake in form of feed conserves (roughage and concentrates) and total available feed is 1042 %. These 10 % are taken in by grazing. Increasing the total feed demand of cattle 5 % with constant feed offer by the feed conserves, would increase the calculated grazing intake by 50 %. This could affect the assessment of resource efficiency of pastures within a given system.

As described, depending on the availability of data, the feed demand may also serve to calculate other feed components. Then a higher estimate of feed demand could lead to higher estimations of resource use and associated emissions in the process chain of production on farms.

So, during crop production, when using an IPCC Tier 1-type approach (IPCC, 2006) for emission calculation, higher feed demand would also lead to higher estimates in yields, and consequently in crop residues and increased associated N₂O-emissions. This is also valid for higher than Tier 1 approaches for the calculation of greenhouse gas emissions during crop production when they are sensitive to crop yields (e.g., Bouwman et al., 2002). This means that, just as with IPCC Tier 1, a higher yield calculated from a higher feed demand leads to an increase in calculated N₂O-emissions from crop residues. In addition, Tier 2- or Tier 3-type approaches for estimation of methane emissions from enteric fermentation of cattle may lead to higher values, when

feed demand changes by model settings. In short, the estimation of the feed demand may have significant effects on the results of a milk carbon footprint.

When calculating feed demand from different ECM formulas, different assumptions of energy content for the same amount of ECM can occur. For 4.0 % fat and 3.4 % protein both Sjaunja et al. (1991) and GfE (2001) assume 1 kg of ECM (Table 2). However, the energy content of Sjaunja et al. (1991) is 3.14 MJ while GfE assumes 3.28 MJ. The reason is that GfE (2001) distinguishes between energy content of milk (3.18 MJ kg⁻¹ ECM) and feed energy demand for the same amount of milk (3.28 MJ feed demand kg⁻¹ ECM) while Sjaunja et al. (1991) claim that 3.14 MJ kg⁻¹ ECM 'seems to be accepted for application for feeding purposes'. In return, this means that for the same amount of milk with 4.0 % fat and 3.4 % protein Sjaunja et al. (1991) accept 3.14 MJ energy requirement while GfE (2001) assume an energy requirement of 3.28 MJ. This is an increase of 4.5 %, which may have the system-wide effects described above.

Calculation example

We calculated the carbon footprint of our simple example (milk with 3.37 % fat, 3.07 % crude protein) with different reference flow definitions (milk delivered, milk produced) and with the different energy contents for ECM as given in Table 2 resulting from the different formulas. The lowest energy content of 2.86 MJ kg⁻¹ ECM produced the lowest carbon footprint in this comparison when produced milk is addressed (Table 3). Whereas sold milk with 3.17 MJ kg⁻¹ ECM had the highest carbon footprint. That means that for the same dairy system we could arrive at values between 1.23 kg CO₂-eq kg⁻¹ ECM and 1.64 kg CO₂-eq kg⁻¹ ECM, i.e. a difference of 33 % just from the different definitions of the reference flow. Of these, around two thirds come from the definition of the reference flow and one third from the energy content of ECM. As mentioned above the different parameters for the energy content calculation lead to very similar results.

This difference directly translates into results' uncertainty. When identical results from two studies are given without any context on the definition and calculation of the reference flow or calculation, one of the systems could have 33 % higher product-related GHG emissions than the other. Vica versa, dairy systems with similar environmental performance could be judged to be far apart, due to lack of transparency in the calculation process.

This uncertainty does not apply, when two different systems are compared within the same study. Multiple studies

Table 3

Calculation example for the effect of choices of reference flow and energy correction formula with different assumptions of energy content in ECM

Reference flow	Unit	Sjaunja (1991) 1 kg ECM \triangleq 3.14 MJ	Clark et al. (2001) 1 kg ECM \triangleq 3.17 MJ	Tyrell and Reid (1965) 1 kg ECM \triangleq 2.86 MJ	No correction 1 kg raw milk
1) Produced milk 7,376 kg cow ⁻¹ yr ⁻¹	kg CO ₂ -eq kg ⁻¹ ECM	1.36	1.38	1.23	1.33
2) Sold milk 6,169 kg cow ⁻¹ yr ⁻¹	kg CO ₂ -eq kg ⁻¹ ECM	1.63	1.64	1.47	1.59

could consistently find relevant differences between different farming strategies, e.g. organic versus non-organic farming. However, when comparing different results across different studies, e.g. for deriving regional differences, the scaling of the functional unit may lead to false conclusions.

2 Conclusion

The method of scaling to the reference flow does not prohibit improving the understanding of a production system, as can be an aim of LCA (Hellweg and Canals, 2014). However, when the aim is to provide results for use in comparative assertions, the scaling to the reference may significantly alter the interpretation. Hence, it is of utmost importance to provide a high transparency on the methods and data and not assume terms such as ECM to be sufficiently self-explanatory.

We suggest defining the functional unit and reference flows as follows: "The functional unit is 1 kg energy corrected milk (ECM) at the farm gate (including private use, if applicable). The energy correction is performed using the formula given by IDF (2015) and scales to 3.17 MJ per kg ECM."

References

- Baldini C, Gardoni D, Guarino M (2017) A critical review of the recent evolution of life cycle assessment applied to milk production. *J Cleaner Prod* 140:421-435
- Basset-Mens C, Kelliher FM, Ledgard S, Cox N (2009b) Uncertainty of global warming potential for milk production on a New Zealand farm and implications for decision making. *Int J LCA* 14(7):630-638
- Bernard JK, Calhoun MC (1997) Response of lactating dairy cows to mechanically processed whole cottonseed. *J Dairy Sci* 80(9):2062-2068
- Bouwman AF, Boumans LJM, Batjes NH (2002) Emissions of N₂O and NO from fertilized fields: summary of available measurement data. *Global Biogeochem Cycles* 16(4):13
- Boyd J, Bernard JK, West JW (2013) Effects of feeding different amounts of supplemental glycerol on ruminal environment and digestibility of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 96(1):470-476
- Castanheira EG, Dias AC, Arroja L, Amaro R (2010) The environmental performance of milk production on a typical Portuguese dairy farm. *Agric Syst* 103(7):498-507
- Casey JW, Holden NM (2006) Quantification of GHG emissions from suckler-beef production in Ireland. *Agric Syst* 90(1-3):79-98
- Cederberg C, Mattson B (2000) Life cycle assessment of milk production: a comparison of conventional and organic farming. *J Cleaner Prod* 8(1):49-60
- Chen XB, Corson MS (2014) Influence of emission-factor uncertainty and farm-characteristic variability in LCA estimates of environmental impacts of French dairy farms. *J Cleaner Prod* 81:150-157
- Dalgaard R, Schmidt J, Flysjo A (2014) Generic model for calculating carbon footprint of milk using four different life cycle assessment modelling approaches. *J Cleaner Prod* 73:146-153
- Daneshi A, Esmaili-Sari A, Daneshi M, Baumann H (2014) Greenhouse gas emissions of packaged fluid milk production in Tehran. *J Cleaner Prod* 80:150-158
- del Prado A, Chadwick D, Cardenas L, Misselbrook T, Scholefield D, Merino P (2010) Exploring systems responses to mitigation of GHG in UK dairy farms. *Agric Ecosyst Environ* 136(3-4):318-332
- Flysjo A, Henriksson M, Cederberg C, Ledgard S, Englund JE (2011) The impact of various parameters on the carbon footprint of milk production in New Zealand and Sweden. *Agric Syst* 104(6):459-469
- Gaines WL (1928) The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. *Bulletin / Agric Experiment Stat* 308:403-438
- GfE - Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2001) Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt a M: DLG-Verl, 136p, Energie Nährstoffbedarf landwirtsch Nutztiere 8
- Gollnow S (2014) Carbon footprint of milk production from dairy cows in Australia. *Int Dairy J* 37(1):31-38
- Guerci M, Knudsen MT, Bava L, Zucali M, Schönbach P, Kristensen T (2013) Parameters affecting the environmental impact of a range of dairy farming systems in Denmark, Germany and Italy. *J Cleaner Prod* 54:133-141
- Haas G, Wetterich F, Köpke U (2001) Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. *Agric Ecosyst Environ* 83:43-53
- Hellweg S, Canals LMI (2014) Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science* 344(6188):1109-1113
- Herrmann IT, Hauschild MZ, Sohn MD, McKone TE (2014) Confronting uncertainty in life cycle assessment used for decision support developing and proposing a taxonomy for LCA studies. *J Ind Ecol* 18(3):366-379
- Hülsbergen KJ, Rahmann G (2014) Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme: Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben; Forschungsergebnisse 2013-2014 [online]. To be found at <https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_29.pdf> [quoted 05.09.2018]
- IDF (2015) A common carbon footprint approach for the dairy sector: the IDF guide to standard life cycle assessment methodology [online]. To be found at <https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/09/Bulletin-479-2015_A-common-carbon-footprint-approach-for-the-dairy-sector-CAT.pdf> [quoted 05.09.2018]
- IPCC (2006) 2006 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [online]. To be found at <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>> [quoted 06.09.2018]
- ISO 14040 (2008) Environmental management: life cycle assessment; principles and framework. Geneva, Switzerland: ISO
- Jayasundara S, Wagner-Riddle C (2014) Greenhouse gas emissions intensity of Ontario milk production in 2011 compared with 1991. *Can J Anim Sci* 94(1):155-173
- NRC – National Research Council / Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council (2001) Nutrient requirements of dairy cattle. Washington DC: Nat Acad Pr, 381 p
- Pagani M, Vittuari M, Johnson TG, De Menna F (2016) An assessment of the energy footprint of dairy farms in Missouri and Emilia-Romagna. *Agric Syst* 145:116-126
- Pirlo G (2012) Cradle-to-farm gate analysis of milk carbon footprint: a descriptive review. *Ital J Anim Sci* 11(1):e20, doi.org/10.4081/ijas.2012.e20
- Rotz CA, Montes F, Chianese DS (2010) The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment. *J Dairy Sci* 93(3):1266-1282
- Schils RLM, Verhagen A, Aarts HFM, Kuikman PJ, Šebek LBJ (2006) Effect of improved nitrogen management on greenhouse gas emissions from intensive dairy systems in the Netherlands. *Global Change Biol* 12:382-391
- Schueler M, Hansen S, Paulsen HM (2018a) Discrimination of milk carbon footprints from different dairy farms when using IPCC Tier 1 methodology for calculation of GHG emissions from managed soils. *J Cleaner Prod* 177:899-907
- Schueler M, Paulsen HM, Berg W, Prochnow A (2018b) Accounting for inter-annual variability of farm activity data for calculation of greenhouse gas emissions in dairy farming. *Int J LCA* 23(1):41-54
- Sjaunja O, Bævre L, Junkkarinen L, Pedersen J, Setälä J (1991) A nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. In: Gaillon P, Chabert Y (eds) Performance recording of animals: state of the art 1990. Wageningen: PUDOC, pp 156-157
- Thomassen MA, van Calker KJ, Smits MCJ, Iepema GL, de Boer IJM (2008) Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agric Syst* 96(1-3):95-107
- Tyrell HF, Reid JT (1965) Prediction of the energy value of cow's milk. *J Dairy Sci* 48(9):1215-23
- Van der Werf HMG, Kanyarushoki C, Corson MS (2009) An operational method for the evaluation of resource use and environmental impacts of dairy farms by life cycle assessment. *J Environ Manage* 90(11):3643-3652

- Wolf P, Groen EA, Berg W, Prochnow A, Bokkers EAM, Heijungs R, de Boer IJM (2017) Assessing greenhouse gas emissions of milk production : which parameters are essential? *Int J LCA* 22(3):441-455
- Yan MJ, Humphreys J, Holden NM (2011) An evaluation of life cycle assessment of European milk production. *J Environ Manage* 92(3):372-379
- Zehetmeier M, Gandorfer M, Hoffmann H, Müller UK, de Boer IJM, Heißenhuber A (2014) The impact of uncertainties on predicted greenhouse gas emissions of dairy cow production systems. *J Cleaner Prod* 73:116-124

Comparison of selected milk production traits of Simmental and Polish Black-and-White cows raised in the buffer zone of Ujście Warty National Park

Piotr Sablik*, Małgorzata Szewczuk*, Ewa Januś**, and Anna Skrzypiec*

Abstract

In the study the qualitative and quantitative characteristics of milk obtained from Simmental cows imported from the Czech Republic ($n = 63$), their daughters born in Poland ($n = 46$), and cows of the Polish Black-and-White breed with up to 50% Holstein-Friesian genes ($n = 21$) were compared. Actual milk yield, value-corrected milk (VCM) and energy-corrected milk (ECM), as well as fat and protein content in the milk, were compared in 305-day lactation for a one-year period. The udder health of cows was assessed on the basis of the somatic cell count (SCC) in the milk and the log-transformed somatic cell count (LnSCC). Polish Black-and-White cows had the highest actual milk yield and fat yield. Simmentals from the Czech Republic, on the other hand, had the highest average protein yield and the highest VCM yield. The season and the breed and origin of the cows were found to significantly affect the number of milk samples with an elevated SCC. Simmental cows born in Poland had significantly the lowest mean SCC and LnSCC, as compared to both the Czech Simmentals and the Black-and-White breed. The Simmental cows, although their milk yield was lower than that of the Black-and-White breed, had better udder health assessed on the basis of LnSCC and their milk had a more favourable protein-to-fat ratio. Simmental cows can be successfully used on farms adjacent to areas under environmental protection, where intensive agricultural production, including livestock farming, is prohibited.

Keywords: *Simmentals, Polish Black-and-White breed, milk yield, somatic cell count, VCM, ECM, cows*

Zusammenfassung

Vergleich ausgewählter Milchleistungsmerkmale von Fleckviehkühen und polnischen Schwarzbunten unter landwirtschaftlichen Bedingungen im Hinterland des Nationalparks „Ujście Warty“ (Warthe-Mündung)

In der Studie wurden quantitative und qualitative Milchmerkmale der aus Tschechien importierten Fleckvieh-Kühe ($n = 63$), ihrer in Polen geborenen Töchter ($n = 46$) und der polnischen Schwarzbunten Kühe mit einem Holstein-Friesisch-Genanteil von 50% ($n = 21$) untersucht. Verglichen wurden tatsächliche Milchleistung, wertkorrigierte (VCM) und ECM-Milchleistung sowie Fett- und Proteingehalt in einer 305-Tage-Laktation innerhalb eines Jahres. Anhand der Zellzahl in der Milch und des natürlichen Logarithmus der Zellzahl (LnZZ) wurde die Eutergesundheit der Kühe verschiedener Rassen und Herkunft bewertet. Die polnischen Schwarzbunten Kühe erreichten die höchste tatsächliche Milch- und Fettleistung. Die Fleckvieh-Kühe aus Tschechien erreichten hingegen die höchste durchschnittliche Eiweißleistung und die höchste VCM-Milchleistung. Einen signifikanten Einfluss der Saison, Rasse und Herkunft der Kühe auf die Zahl der Milchproben mit erhöhter Zellzahl wurde nachgewiesen. Die in Polen geborenen Fleckvieh-Kühe charakterisierten sich durch signifikant niedrigste mittlere ZZ und LnZZ, verglichen mit der Schwarzbunten Rasse. Die Milchleistung lag bei den Fleckvieh-Kühen niedriger als bei den schwarzbunten Kühen, allerdings waren Eutergesundheit, gemessen anhand des LnZZ, und Eiweiß-Fett-Verhältnis besser. Die Fleckviehkühe können erfolgreich in ökologischen Regionen eingesetzt werden, wo eine intensive landwirtschaftliche Produktion, einschließlich der Viehzucht, nicht möglich ist.

Schlüsselwörter: *Fleckvieh, Polnische Schwarzbunte Rasse, Milchleistung, Zellzahl, VCM, ECM, Kühe*

* West Pomeranian University of Technology, Department of Ruminant Science, Klemensa Janickiego 29, 71-270 Szczecin, Poland

** University of Life Sciences in Lublin, Institute of Animal Breeding and Biodiversity Conservation, Laboratory for Organic Production of Food of Animal Origin, Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland

Contact: ewa.janus@up.lublin.pl

1 Introduction

The main objective of cattle breeding is to obtain the greatest possible gain from cattle. In raising and breeding dairy cattle, particular attention should be paid to high milk yield during lactation and the number of times the cows gives birth in its lifetime (Litwińczuk et al., 2006). Through intensive breeding work and changes in housing systems imposing behavioural restrictions on the animals, a significant increase in productivity has been achieved in dairy cattle breeds (Sato and Kuroda, 1993; Dymnicki et al., 2003; Kuczaj, 2004; Strzałkowska et al., 2004; Guliński et al., 2005).

According to Mészáros et al. (2008), Zavadilová et al. (2009) and Zink et al. (2012) the health of the dairy cattle population and the length of productive life have deteriorated significantly due to intensification of production. The most common health problems in dairy herds involve the reproductive system and the udder. Udder health, affected by many factors, is indicated by the somatic cell count in the milk (Fadlelmoula et al., 2008; Borkowska et al., 2013). A change in its value also indicates deterioration of the chemical status of the milk (Koivula et al., 2005) and its suitability for processing (Górska, 2004; Le Maréchal et al., 2011). Somatic cells are a natural barrier protecting the udder (Janeway and Medzhitov, 2002; Ptak et al., 2011), and therefore an increase in the number of pathogenic microbes results in an elevated SCC in the milk (Harmon, 1994; Ødegård et al., 2003; Danków et al., 2004), accompanied by a reduction in yield and a change in the chemical composition of the milk (Noori et al., 2013). Mastitis in dairy cattle is the cause of the largest share of veterinary treatment costs (Němcová et al., 2007) and one of the main causes of early culling (Varisella et al., 2007; Rzewuska et al., 2011).

According to Hagg et al. (2010), Dai et al. (2011) and Nantapo and Muchenje (2013), diet is one of the most important factors affecting the yield and the chemical composition of cow milk. Litwińczuk et al. (2006), Myburgh et al. (2012) and Ramatsoma et al. (2014) state that the quantitative and qualitative characteristics of milk are largely influenced by the individual properties of cows, their breed, and their genetic potential. Of all dairy breeds, the Black-and-White Holstein-Friesian variety has the highest genetically determined milk yield. For processing, however, the milk of this breed is less valued than that of the Simmental breed, which is characterized by lower yield but produces milk with a more favourable protein-to-fat ratio, which makes the milk more suitable for cheese production (Barłowska et al., 2009).

The aim of the study was to compare selected milk production traits of Simmental cows imported from the Czech Republic and born in Poland and Polish Black-and-White cows with up to 50% Holstein-Friesian genes raised in the same environmental conditions.

2 Materials and Methods

The study was based on data collected on a farm in the village of Słońsk (52°33'46"N; 14°48'22"E), located in the Lubusz Voivodeship within the buffer zone of Ujście Warty National

Park. On average, 133 cows were kept in the herd. These included 63 Simmental cows imported from the Czech Republic and their daughters born and raised in Poland (46 cows), as well as 24 cows of the Polish Black-and-White breed with up to 50% HF genes (because of incomplete data on 3 of them, the study included 21 cows). The cows were kept in two free-stall barns on shallow litter. Their diet was based on complete compound feed (TMR system), which included maize silage, haylage, crushed oats, rapeseed meal and a mineral-vitamin blend. The cows were milked in a herringbone milking parlour (two rows of seven stalls) twice a day, and the milk was stored at 4°C in a DeLaval tank and collected every other day.

The data for the study came from breeding documentation kept on the farm and the results of use value assessment conducted on the farm and collected in the SYMLEK database. Data on the daily milk yield (in kg) of each cow and milk quality expressed as somatic cell count (SCC) in 1 ml of milk were taken from 12 consecutive monthly test-day milking results from a period of one year. Also collected were data on the milk, fat and protein yield, as well as the percentage content of these constituents in 305-day lactations completed in the year of the observations. For a reliable comparison of the yield of the cows, 305-day actual milk yield was converted to VCM (value corrected milk) and ECM (energy corrected milk). The corrected yields were calculated according to the following formulas:

$$VCM = -0.05 \times \text{milk (kg)} + 8.66 \times \text{fat (kg)} + 25.08 \times \text{protein (kg)} \quad (\text{Arbel et al., 2001})$$

$$ECM = \text{milk (kg)} \times [0.383 \times \text{fat (\%)} + 0.242 \times \text{protein (\%)} + 783.2] / 3.140 \quad (\text{Sjaunja et al., 1990}).$$

Because the somatic cell count did not meet the conditions of normal distribution, its value was transformed to a natural logarithm (LnSCC) according to the formula given by Ali and Ahook (1980):

$$\text{LnSCC} = \ln \times (\text{SCC} + 10)$$

The protein-to-fat and fat-to-protein ratios were calculated as well.

The experimental factors were as follows:

- breed and country of origin of cows, with three groups: CSIM – Simmental breed from the Czech Republic; SIM – Simmental breed born in Poland; ZB – Polish Black-and-White
- sampling period, with four periods: I – January-March, II – April-June, III – July-September, IV – October-December
- somatic cell count in 1 ml of milk, with four groups: SCC ≤ 100,000; 101,000–200,000, 201,000–400,000 and > 400,000.

Statistical analysis was performed in StatSoft Inc. STATISTICA ver. 7.1 software (2014). Features with a normal distribution were analysed using the following statistical model:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij}$$

where:

- μ general mean
- a_i effect of *i*-th breed and origin of cows
- b_j effect of *j*-th sampling period
- e_{ij} random error

The significance of the effect of the experimental factors on the features analysed was assessed by Duncan's tests for

normal distribution and the χ^2 test for qualitative features and features without normal distribution.

3 Results and Discussion

The data presented in Table 1 show that in each of the three-month periods the highest percentage of milk samples had a somatic cell count not exceeding 100,000/ml. The most such samples (53.46%) were noted in the first period of the year (January-March); their frequency was much lower (about 40%) in the third and fourth periods (July-September and October-December). Samples in which the SCC exceeded 400,000/ml were found in 14.41 to 24.68% of cases, and were most common in October to December. The high percentage of milk samples with a somatic cell count of 200,000/ml or less indicates that milk was mainly obtained from cows in which the probability of mastitis was low. The sampling period was found to have a significant influence ($P \leq 0.01$) on milk quality. In the second half of the year (the 3rd and 4th periods), milk with a low (less than 200,000) somatic cell count was obtained from a smaller percentage of cows (63% and 59%) than in the first half (1st period – 71% and 2nd period – 67%).

In the period from January to March, Polish Black-and-White cows had a significantly increased SCC (over 400,000) in almost 30% of milk samples. This may indicate an increase in the number of cases of subclinical mastitis in this breed. The percentage of milk samples with the highest SCC range increased in this group in successive sampling

periods, up to a level of over 45% in the period from October to December.

The data in Table 1 may indicate that udder health was best in the Simmental cows born in Poland (SIM), as from nearly 60% to over 80% of milk samples with SCC below 100,000 were recorded in cows in this group in individual periods. The milk of the other group of Simmental cows (CSIM), although this was the oldest group, also had a fairly low SCC; a high percentage of cows with a low somatic cell count (up to 200,000 in ml of milk) was noted in this group. The share of such samples in individual periods ranged from 52% to 68%. In both groups of Simmental cows, the milk sampling period was found to have a significant influence ($P \leq 0.01$); the later the sampling period, the lower the percentage of cows producing milk with a low SCC. It is difficult to conclusively state the reason for this. In all periods the breed and country of origin of the cows had a significant influence ($P \leq 0.01$) on the number of milk samples with a low SCC, and both groups of Simmental cows had more of them than the Black-and-White cows. However, the later the milk sampling period, the lower the value obtained in the χ^2 test.

For comparison, Januś and Borkowska (2008) reported that the average somatic cell count in the Black-and-White cow breed was 757,000/ml. Gnyp et al. (2006a) obtained a somatic cell count range of 368,000 to 531,000/ml. According to Januś and Borkowska (2008), high temperatures may contribute to an increase in the SCC and thus in the number of cases of udder inflammation in the summer.

Table 1

Frequency of milk samples with a specified somatic cell count depending on the sampling period in each group of cows

Sampling period	SCC [1,000/ml]	CSIM $\chi^2 = 22.85^*$		SIM $\chi^2 = 22.10^*$		ZB $\chi^2 = 8.89^{NS}$		Total $\chi^2 = 26.00^*$	
		n	%	n	%	n	%	n	%
I $\chi^2 = 60.01^*$	≤ 100	88	48.62	78	82.11	12	21.05	178	53.46
	101-200	36	19.89	9	9.47	14	24.56	59	17.72
	201-400	29	16.02	5	5.26	14	24.56	48	14.41
	> 400	28	15.47	3	3.16	17	29.83	48	14.41
	Total	181	100	95	100	57	100	333	100
II $\chi^2 = 60.63^*$	≤ 100	71	42.52	79	73.83	9	17.31	159	48.77
	101-200	26	15.57	15	14.02	18	34.61	59	18.10
	201-400	21	12.57	9	8.41	7	13.46	37	11.35
	> 400	49	29.34	4	3.74	18	34.62	71	21.78
	Total	167	100	107	100	52	100	326	100
III $\chi^2 = 45.65^*$	≤ 100	61	32.45	71	59.67	9	18.00	141	39.49
	101-200	45	23.93	28	23.53	12	24.00	85	23.81
	201-400	36	19.15	9	7.56	8	16.00	53	14.85
	> 400	46	24.47	11	9.24	21	42.00	78	21.85
	Total	188	100	119	100	50	100	357	100
IV $\chi^2 = 36.52^*$	≤ 100	53	33.54	67	58.77	11	22.92	131	40.94
	101-200	30	18.99	22	19.30	7	14.58	59	18.44
	201-400	30	18.99	13	11.40	8	16.67	51	15.94
	> 400	45	28.48	12	10.53	22	45.83	79	24.68
	Total	158	100	114	100	48	100	320	100

* χ^2 test value significant at $P \leq 0.01$; NS χ^2 value not significant

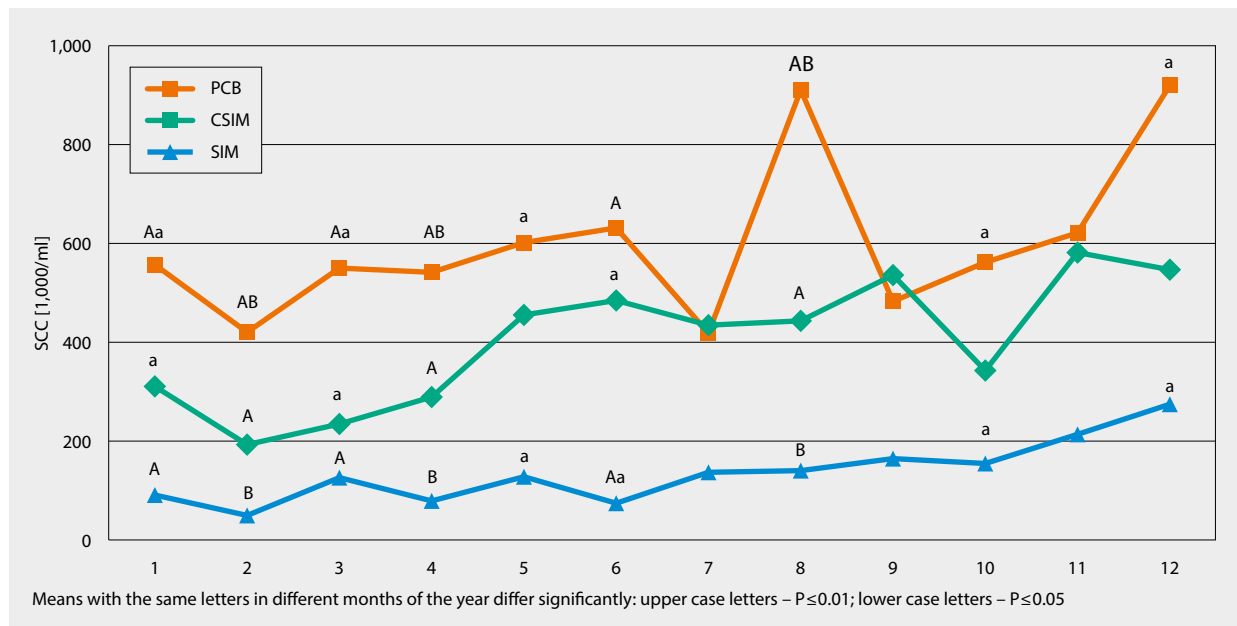


Figure 1

Mean SCC in the milk of cows of different breeds and countries of origin in each month of the year

The data presented in Figure 1 show that the milk of Black-and-White cows had significantly ($P \leq 0.01$ and $P \leq 0.05$) the highest mean SCC in nearly all months. Only in two months (August and October) did these cows have a slightly better result than the group of Czech Simmental cows. ZB cows had mean SCC values of 400,000/ml in only two months (February and July), while in the remaining months these values were about 500,000/ml or much higher.

In every month of the year, the most favourable SCC values were found for the Simmental cows born in Poland. In only two months (November and December) did this group produce milk with an average SCC content above 200,000/ml. In the remaining months, these values fluctuated around

100,000/ml or much lower. The other group of Simmental cows (from the Czech Republic), despite being the oldest group, also had relatively low SCC values. This suggests that Simmental cows have less serious problems with udder health than Black-and-White cows raised in the same conditions.

Table 2 shows that the average log-transformed somatic cell count ranged from 10.55 to 13.10. The highest value for this index (13.10) was found in December in the Black-and-White cows, and the lowest natural logarithm (10.55) was recorded in the Polish Simmentals in February. Similar LnSCC values, but in a narrower range (11.71-12.39), were obtained by Gnyp et al. (2006b). In a study by Borkowska and Januś

Table 2

Mean LnSCC values depending on the breed and country of origin of cows in each month of the year

Month	CSIM			SIM			ZB		
	n	\bar{x}	SD	n	\bar{x}	SD	n	\bar{x}	SD
January	49	11.91 ^A	9.81	28	11.02 ^{AB}	7.99	20	12.40 ^B	9.90
February	57	11.55 ^A	9.82	30	10.55 ^{AB}	7.25	20	12.07 ^B	11.20
March	60	11.58	10.67	29	11.08 ^a	8.86	21	12.10 ^a	19.71
April	64	11.80 ^{AB}	10.12	35	10.99 ^{BC}	6.52	18	12.68 ^{AC}	8.60
May	60	11.95	11.83	36	11.34 ^A	7.42	16	12.52 ^A	10.08
June	59	12.14 ^A	11.72	38	10.90 ^{AB}	6.81	19	12.53 ^B	10.37
July	51	12.04 ^A	11.64	37	11.00 ^{AB}	10.21	19	12.22 ^B	10.59
August	65	12.12 ^{AB}	10.60	39	11.18 ^{AC}	9.11	19	13.05 ^{BC}	10.31
September	63	12.36 ^A	9.91	40	11.31 ^{AB}	9.37	19	12.42 ^B	9.57
October	60	11.96 ^a	9.92	37	11.10 ^{Aa}	16.10	14	12.49 ^A	10.21
November	65	12.46 ^A	10.31	37	11.42 ^{AB}	10.60	14	12.72 ^B	8.66
December	53	12.23 ^{ab}	10.49	46	11.36 ^{Aa}	11.76	17	13.10 ^{Ab}	9.78

Means in rows marked with the same letters differ significantly: upper case – at $P \leq 0.01$; lower case – at $P \leq 0.05$

(2010), the log-transformed somatic cell count in the Montbéliarde breed, depending on the factor analysed, was also in a smaller range (11.79-12.54). These authors' research indicated that the log-transformed somatic cell count was in part dependent on the season and the age of the cows. The influence of season of the year and lactation number were also reported by Fadlelmoula et al. (2008). These authors stated that SCC was lower in winter and spring season and higher in summer and autumn. These findings also indicated that SCC was higher in multiparous than in primiparous cows. According to Dürr et al. (2008), an increase in LnSCC by one unit can cause milk yield losses from 0.77 to 1.78 kg/day. Kocak (2006) estimated that daily milk losses due to mastitis range from 0.76 kg to 4.56 kg.

The LnSCC values calculated for Simmental cows of both groups in all months were found to be lower than in the Black-and-White cows. Bendelja et al. (2011) and Gottardo et al. (2017) also showed that Simmental cows had a more favourable log-transformed SCC than Holstein cows. In our research, the mean LnSCC in the milk of Polish Simmentals was significantly ($P \leq 0.01$ or $P \leq 0.05$) lower in each case than for the group of ZB cows. A similar relationship was also found for the SIM and CSIM cows, although for the months of March and May it was not statistically confirmed. It is likely that the higher LnSCC in the Czech Simmentals as compared to their daughters born in Poland was due to the fact that this was the oldest group of cows in the herd. It is also noteworthy that the average LnSCC values were within the narrowest range in the SIM cows (from 10.55 to 11.42). The values for this indicator were most varied in the ZB cows (12.07-13.10); the difference between the lowest and the highest values was 1.03. The LnSCC values reported by Sawa and Bogucki (2002) for Black-and-White cows with up to 50% of Holstein-Friesian genes were lower and less varied (12.11-11.15) than those obtained in the present study.

The average 305-day milk yield in the groups of cows ranged from 5,690 to 6,388 kg (Table 3). Black-and-White cows had significantly higher ($P \leq 0.05$) milk yield, by almost 900 kg, than the Polish Simmentals. Compared to Czech Simmentals, however, the difference was less than 200 kg of milk.

This relationship still held when actual yield was converted to ECM yield, although the differences between groups were smaller. However, when the actual milk yield was converted to VCM, the highest yield was found for the Czech Simmental cows. The groups did not differ significantly in terms of percentage content of fat in the milk (3.81-3.98%); the lowest mean value for this feature was obtained for Czech Simmentals.

Milk protein content was significantly higher ($P \leq 0.01$) in both groups of Simmental cows than in the Black-and-White cows. As a result, both groups of Simmentals had significantly ($P \leq 0.01$) better ratios of fat to protein and protein to fat than the Polish Black-and-White cows. In a study by Fleszar (2009), the milk yield of Black-and-White cows in 305-day lactation was lower (4,150 kg) than that obtained in the present study, but the milk had more favourable fat (4.8%) and protein (3.6%) content. Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka (2018) reports that in 2017 Simmental cows kept in Poland surpassed Black-and-White cows in terms of milk yield (6,252 vs. 4,668 kg), and their milk contained more protein (3.45% vs. 3.30%), with comparable fat content (4.17% vs. 4.16%). Nistor et al. (2014), on the other hand, found that the Slovak Simmental population had lower milk yield (4,053 kg) and produced milk with lower protein content (3.12%) than the Simmental cows in our research. In another study (Barłowska et al. 2009), the milk of Simmental cows had a higher content of fat and protein and a more favourable protein-to-fat ratio than Holstein-Friesian cows of the Black-and-White and Red-and-White varieties. Bendelja et al. (2011), in a comparison of the daily yield of cows of two breeds, found that Holstein cows produced significantly more milk with higher fat content, whereas the milk of Simmental cows had a higher protein content. Gottardo et al. (2017) compared four breeds and found that Holstein-Friesian cows achieved significantly the highest yield in comparison to the other breeds, including Simmental, but the milk of these cows had the lowest content of fat and protein. Skrzypek and Szukalski (2006), comparing the performance of domestic Black-and-White cows with that of imported ones, found lower milk yield in the Polish breeds, which produced 6,406 kg of milk in 305-day lactation, while the average yield

Table 3

Milk production traits of cows of different breeds and different countries of origin in 305-day lactation

Milk production traits	CSIM; n = 63		SIM; n = 46		ZB; n = 21	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Milk yield (kg)	6,388.50	1,194.20	5,690.10 ^a	1,123.50	6,573.90 ^a	1,614.80
VCM (kg)	7,752.14	1,554.43	7,222.45	1,334.87	7,456.65	2,011.40
ECM (kg)	6,194.24	1,016.55	5,616.98 ^b	1,032.82	6,400.24 ^b	1,508.85
Fat yield (kg)	242.06	41.77	224.28	41.62	246.24	82.89
Fat content (%)	3.81	0.47	3.93	0.38	3.98	0.32
Protein yield (kg)	208.48	48.62	195.14	38.04	195.41	63.70
Protein content (%)	3.38 ^A	0.22	3.39 ^B	0.21	3.14 ^{AB}	0.26
Fat/protein	1.12 ^A	0.09	1.16 ^B	0.09	1.28 ^{AB}	0.16
Protein/fat	0.89 ^A	0.08	0.87 ^B	0.07	0.79 ^{AB}	0.08

Means in rows marked with the same letters differ significantly: upper case – at $P \leq 0.01$; lower case – at $P \leq 0.05$

of the foreign breeds was 6,874 kg of milk. Czerniawska-Piątkowska and Szewczuk (2006) also reported lower yield in 305-day lactation for home-bred Holstein-Friesians in comparison to imported cows.

4 Conclusions

The research revealed significant variation in the somatic cell count in the milk of the cow population under study. The highest mean SCC and LnSCC were found in the milk of Black-and-White cows with Holstein-Friesian genes not exceeding 50%, which may suggest that this breed is more susceptible to mastitis. The results for the Simmental breed were much more favourable in this regard. In cows of this breed born in Poland, the SCC in 58.77 to 82.11 % of milk samples did not exceed 100,000/ml. The Czech Simmentals, despite being the oldest group of cows, also produced a high percentage of samples with a low somatic cell count (up to 200,000 per ml of milk). The ZB cows had the highest actual and ECM milk yield in 305-day lactation, but VCM yield was highest in the Czech Simmentals. The milk of the Simmental cows also had a more favourable composition than that of the Black-and-White breed, as it contained significantly more protein. It also had more favourable proportions of the two most important milk constituents, i.e. fat and protein. The results suggest that Simmental cows can be successfully used on farms adjacent to areas under environmental protection, where intensive agricultural production, including livestock farming, is prohibited.

References

- Ali AKA, Ahook CE (1980) An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J Dairy Sci* 63(3):487-490
- Arbel R, Bigun Y, Ezra R, Szturman H, Hojman D (2001) The effect of extended calving intervals in high-yielding lactating cows on milk production and profitability. *J Dairy Sci* 84(3):600-608
- Barłowska J, Grodzicki T, Topyła B, Litwińczuk Z (2009) Physicochemical properties of milk fat from three breeds of cows during summer and winter feeding. *Arch Tierz* 52(4):356-363
- Bendelja D, Prpić Z, Mikulec N, Ivkić Z, Havranek J, Antunac N (2011) Milk urea concentration in Holstein and Simmental cows. *Mljekarstvo* 61(1):45-55
- Borkowska D, Januś E (2010) Analysis of the influence of chosen factors on somatic cell count in milk of Montbéliarde cows. *Acta Sci Pol Zootech* 9(4):39-46
- Borkowska D, Januś E, Gajewska A (2013) Occurrence of mastitis in Polish Holstein-Friesian Black-and-White cows of different age and milk production capacity and its effect on the cytological quality of milk and the course of lactation. *Acta Sci Pol Zootech* 12(1):11-20
- Czerniawska-Piątkowska E, Szewczuk M (2006) Comparison of milk yield and composition as well as age at first calving between home-bred heifer cows and those imported from Holland or Denmark. *Acta Sci Pol Zootech* 5(2):13-18
- Dai XJ, Wang C, Zhu Q (2011) Milk performance of dairy cows supplemented with rapeseed oil, peanut oil and sunflower seed oil. *Czech J Anim Sci* 56(4):181-191
- Danków R, Wójtowski J, Fahr R-D (2004) Hygienic quality of raw milk in relation to methods of production and storage. *Med Weter* 60(1):46-49
- Dürr J, Cue RI, Monardes HG, Moro-Méndez J, Wade KM (2008) Milk losses associated with somatic cell country per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle. *Livest Sci* 177(2-3):225-232
- Dymnicki E, Krzyżewski J, Oprządek J, Reklewski Z, Oprządek A (2003) Relationship between the length of calving intervals and milk trace in Black-and-White cows. *Med Weter* 59(9):792-796
- Fadlelmoula AA, Anacker G, Fahr RD, Swalve HH (2008) Factors affecting test-day somatic cell counts and milk yield of dairy cows. *Int J Dairy Sci* 3:105-111.
- Fleszar J (2009) Quantitative and qualitative efficiency of milk production in ecological farm. *J Res Appl Agric Engin* 54(3):75-78
- Gnyp J, Kowalski P, Tietze M (2006a) The influence of genotype and country of origin on 24-hour milk efficiency, milk composition and cytological quality in cows *Ann U M C-S EE* 24(1):1-8
- Gnyp J, Kowalski P, Tietze M (2006b) Efficiency of the cow milk, its composition and cytological quality in relations to some environmental factors. *Ann U M C-S EE* 24(3):17-26
- Górska A (2004) Yield and chemical composition of milk of cows with increased somatic cell count. *Rocz Nauk Zootech-Supl* 19:47-49
- Gottardo P, Penasa M, Righi F, Lopez-Villalobos N, Cassandro M, De Marchi M (2017) Fatty acid composition of milk from Holstein-Friesian, Brown Swiss, Simmental and Alpine Grey cows predicted by mid-infrared spectroscopy. *Ital J Anim Sci* 16(3):380-389
- Guliński P, Niedziałek G, Salamończyk E (2005) The course of milk production during lactation in cows depending on the length of the period to rearing peak milk production after calving and on the daily milk yield at lactation peak. *Sci Ann Pol Soc Anim Prod* 1(2):291-298
- Hagg FM, Erasmus LJ, Henning PH, Coertze RJ (2010) The effect of a direct fed microbial (*Megasphaera elsdenii*) on the productivity and health of Holstein cows. *S Afr J Anim Sci* 40(2):101-112
- Harmon RJ (1994) Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J Dairy Sci* 77(7):2103-2112
- Janeway CA, Medzhitov R (2002) Innate immune recognition. *Annu Rev Immunol* 20:197-216
- Januś E, Borkowska D (2008) The influence of selected factors on somatic cell count in milk of cows from freestall barns. *Sci Ann Pol Soc Anim Prod* 4(3):137-144
- Kocak O (2006) Influence of mastitis on milk in Holstein cow. *Acta Vet Brno* 75:507-513
- Koivula M, Mäntysaari EA, Negussie E, Serenius T (2005) Genetic and phenotypic relationships among milk yield and somatic cell count before and after clinical mastitis. *J Dairy Sci* 88(2):837-833
- Kuczaj M (2004) Analysis of the usage value of Black-White cows imported from Holland and their Black- and Red-White contemporaries bred in Poland. *Med Weter* 60(12):1317-1319
- Le Maréchal C, Thiéry R, Vautour E, Le Loir Y (2011) Mastitis impact on technological properties of milk and quality : a review. *Dairy Sci Technol* 91(3):247-282
- Litwińczuk A, Barłowska J, Król J, Sawicka W (2006) Comparison of the chemical composition and urea content in milk of Black-White and Simmental cows during the summer and winter feeding periods. *Ann U M C-S EE* 24(10):67-72
- Mészáros G, Wolf J, Kadlečík O (2008) Factors affecting the functional length of productive life in Slovak Pinzgau cows. *Czech J Anim Sci* 53(3):91-97
- Myburgh J, Osthoff G, Hugo A, de Wit M, Nel K, Fourie D (2012) Comparison of the milk composition of free-ranging indigenous African cattle breeds. *S Afr J Anim Sci* 42(1):1-14
- Nantapo CTW, Muchenje V (2013) Winter and spring variation in daily milk yield and mineral composition of Jersey, Friesian cows and their crosses under a pasture-based dairy system. *S Afr J Anim Sci* 43(5):S17-S21
- Němcova E, Štípková M, Zavadilova L, Bouška J, Vacek M (2007) The relationship between somatic cell count, milk production and six linearly scored type traits in Holstein cows. *Czech J Anim Sci* 52(12):437-446
- Nistor E, Bampidis VA, Pentea M (2014) Production traits of Romanian Simmental cows at first lactation. *Slovak J Anim Sci* 47(3):132-141
- Noori R, Mahdavi AH, Edriss MA, Rahmani HR, Talebi M, Soltani-Ghombavani M (2013) Association of polymorphism in Exon 3 of toll-like receptor 4 gene with somatic cell score and milk production traits in Holstein dairy cows of Iran. *S Afr J Anim Sci* 43(4):493-498
- Ødegård J, Klemetsdal G, Heringstad B (2003) Genetic improvement of mastitis resistance validation of somatic cell score and clinical mastitis as selection criteria. *J Dairy Sci* 86(12):4129-4136

- Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka (2018) Rejestracja i rozmnażanie bydła mlecznego: dane za 2017 r [online]. To be found at <http://www.pfhb.pl/pages/show_pdf.html?attach_id=2598&fname=Wyniki_Oceny_2017_www.pdf#book/3> [quoted 04.04.2018]
- Ptak E, Jagusiak W, Żarnecki A, Otwinowska-Mindur A (2011) Heritabilities and genetic correlations of lactational and daily somatic cell score with conformation traits in Polish Holstein cattle. *Czech J Anim Sci* 56(5):205-211
- Ramatsoma NI, Banga CB, MacNeil MD, Maiwashe A (2014) Evaluation of genetic trends for traits of economic importance in South African Holstein cattle. *S Afr J Anim Sci* 44(1):85-89
- Rzewuska K, Jamrozik J, Żarnecki A, Strabel T (2011) Genetic parameters of test-day somatic cell scores for the first three lactations of Polish Holstein-Friesian cattle. *Czech J Anim Sci* 56(9):381-389
- Sato S, Kuroda K (1993) Behavioural characteristics of artificially reared calves. *Jpn J Zootech Sci* 64(6):593-598
- Sawa A, Bogucki M (2002) Genetic and environmental conditions of twenty-four hours milk yield and milk quality. *Acta Sci Pol Zootech* 1(1-2):129-138
- Sjaunja LO, Baevre B, Junkkarinen L, Pedersen J, Setälä J (1990) A nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula [online]. To be found at <https://www.researchgate.net/publication/284193091_A_Nordic_proposal_for_an_energy_corrected_milk_ECM_formula> [quoted 26.09.2018]
- Skrzypek R, Szukalski L (2006) Performance of Black-and-White cows imported from the Netherlands and Germany compared to cows bred in Poland. *Med Weter* 62(2):197-200
- StatSoft (2014) STATISTICA ver. 7.1.
- Strzałkowska N, Krzyżewski J, Reklewski Z, Dymnicki E (2004) Relationship between the strained length of calving intervals, some reproduction traits and adjusted cow's milk yield. *Med Weter* 60(12):1312-1316
- Varisella E, Nienartowicz-Zdrojewska A, Dymarski I, Sobek Z (2007) Reasons for culling cows from ZZD IZ Pawłowice. *Med Weter* 63(8):975-978
- Zavadilová L, Němcová E, Štípková M, Bouška J (2009) Relationships between longevity and conformation traits in Czech Fleckvieh cows. *Czech J Anim Sci* 54(9):385-394
- Zink V, Lassen J, Štípková M (2012) Genetic parameters for female fertility and milk production traits in first-parity Czech Holstein cows. *Czech J Anim Sci* 57(3):108-114

Internationale Waldbauforschung für die Praxis – Professioneller Wissenstransfer durch das RIU-Modell

Nataly Jürges* und Max Krott*

International silvicultural research for forestry practice – Professional knowledge transfer based on the RIU-model

Kurzfassung

Internationale Forschungsprojekte, beispielsweise Projekte, die durch die Europäische Union gefördert werden, stehen vor diversen Herausforderungen, um Forschungsergebnisse in Politik und Praxis zu transferieren. Transdisziplinäre Forschung versucht die Dichotomie zwischen Wissenschaft und Praxis zu überwinden, indem neues Wissen durch Wissenschaft und Praxis ko-produziert wird. Allerdings scheitern auch transdisziplinäre Projekte häufig daran, eine langfristige Umsetzung von Forschungsergebnissen zu erreichen. Das von Böcher und Krott (2016) entwickelte RIU-Modell bietet einen innovativen Ansatz, Wissenstransfer von der (forstwissenschaftlichen) Forschung in Politik und Praxis zu organisieren. Das RIU-Modell betont die Notwendigkeit einer Integrationsphase, um die Unterschiede zwischen Wissenschaft und Praxis zu überbrücken. Verschiedene Typen nicht-akademischer Verbündeter sind notwendig, um eine Implementation von Forschungsergebnissen in die Praxis zu ermöglichen. Das RIU-Modell unterscheidet sich in seinen konzeptionellen Annahmen von transdisziplinären Forschungsansätzen. Das Wissenstransferkonzept in dem EU-Projekt alterfor – „Alternative models for future forest management“ – basiert auf dem RIU-Modell. Die Integrationsphase in alterfor basiert auf drei Elementen: (1) detaillierten Akteursanalysen, (2) stakeholder-basierten Szenarien für zukünftige Waldnutzungskonzepte und (3) maßgeschneiderten Stakeholder-Workshops. Allerdings stehen diverse Faktoren dem Wissenstransfer in die Praxis durch das Projekt alterfor entgegen. Die Konzeption von Wissenstransferkonzepten sollte mehr Aufmerksamkeit in der Entwicklung und Umsetzung von Projekten erhalten, um die Anwendung der Ergebnisse europäischer Forschungsprojekte zu steigern.

Schlüsselwörter: Akteur, Politik, Politikberatung, Praxiswirkung, Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik, Stakeholder

Abstract

International research projects, for example projects funded by the European Union, face multiple difficulties in the endeavor of becoming relevant for politicians and practitioners. Transdisciplinary research aims to overcome the dichotomy between science and practice by co-producing new knowledge in cooperation of scientists and stakeholders. However, also transdisciplinary research projects often failed in the past to reach implementation of research. The Research-Integration-Utilization (RIU)-model by Böcher and Krott (2016) is an innovative approach to organize knowledge transfer between science and practice. The RIU-model emphasizes the necessity of an independent process of integration between science and practice to allow successful knowledge transfer. Different types of non-academic allies are needed to foster implementation of research results by practitioners. The RIU-model differs in its conceptual assumptions from transdisciplinary research approaches. The knowledge transfer concept in the EU-project alterfor – “Alternative models for future forest management” – is based on the RIU-model. The integration phase within alterfor is based on three elements: (1) detailed actor analysis, (2) stakeholder-based scenarios for future forest management, and (3) a custom-made stakeholder workshop concept. However, several factors challenge the ability of alterfor to realize knowledge transfer from science into practice. More attention should be paid to increasing the impact of international research in practice. This requires a stronger consideration of integration activities in the development and implementation of European research projects.

Keywords: Actor, impact on practitioners, policy-support, politics, science-policy interface, stakeholder

* Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung für Forst- und Naturschutzpolitik, Büsingenweg 3, 37077 Göttingen

Kontakt: nataly.juerges@uni-goettingen.de

1 Einleitung

Von angewandten wissenschaftlichen Disziplinen wird erwartet, einen Nutzen für die Gesellschaft zu erbringen, der über die reine Produktion neuen Wissens hinausgeht, indem Forschung zur Lösung praktischer Probleme beiträgt (Beland Lindahl und Westholm, 2014). Entgegen ihrem hohen Anspruch auf Praxiswirkung haben es EU-Projekte besonders schwer von der Waldbaupraxis überhaupt wahrgenommen zu werden. Die Umsetzung von forstwissenschaftlichen Forschungsergebnissen durch Politik und Praxis ist gering (Krott und Suda, 2007). Neue Erkenntnisse führen nicht zwangsläufig zu besseren Entscheidungen, insbesondere wenn neue Erkenntnisse nicht zu den Werten oder Interessen der Informationsempfänger passen oder keine passenden Lösungen für deren Probleme bieten (Sarewitz und Pielke, 2007). Andere Projekte scheitern daran wahrgenommen zu werden, da Forschungsergebnisse durch ungünstige Kommunikationskanäle und Medien verbreitet werden, die von der Waldbaupraxis nicht genutzt werden (Kleine, 2009; Ugolino et al., 2015).

Um diesen Hindernissen zu begegnen, hat in den letzten Jahren das Konzept der transdisziplinären Forschung stark an Bedeutung in den Forst-, Agrar-, Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaften gewonnen. Aufgrund des hohen Grads an Anwendungsorientierung in diesen Disziplinen und der häufig hohen Komplexität von Problemen ist das Konzept transdisziplinärer Forschung in Projekten vielfach aufgegriffen worden. Des Weiteren hat Transdisziplinarität als explizite Anforderung Eingang in Förderprogramme gefunden (beispielsweise im ‚Forschung für Nachhaltige Entwicklung‘ (FONA) Programm des BMBF). Innerhalb transdisziplinärer Forschung werden Praxisakteure in Forschungsprojekte eingebunden, um gemeinsam mit Wissenschaftler_innen zu Ko-Produzenten von Wissen zu werden. Durch diese aktive Einbindung werden Praxisakteure ermächtigt, durch eigenes Wissen und Handeln praktische Probleme zu lösen (Brandt et al., 2013; Burger und Zielhofer, 2007; Enengel et al., 2012; Mattor et al., 2014). Durch diese Einbeziehung der Praxis soll Praxisrelevanz und Implementierung gewährleistet werden (Beland Lindahl und Westholm, 2014). Doch auch die Ergebnisse transdisziplinärer Forschungsansätze haben in der Vergangenheit häufig keine langfristige Anwendung durch Praxisakteure gefunden (Böcher und Krott, 2014; Lange und Fuest, 2015). Des Weiteren wird transdisziplinäre Forschung von Beteiligten als sehr zeitaufwendig und häufig als enttäuschend empfunden (Mattor et al., 2014).

Das Research-Integration-Utilization (RIU)-Modell bietet Anleitung für ein neues Konzept, um Wissenstransfer in die Praxis professionell zu organisieren (Böcher und Krott, 2016). Viele Veröffentlichungen aus dem Feld der Wissenstransferforschung sind ausschließlich konzeptionell (z.B. Roux et al., 2006; Pregernig, 2014; Popa et al., 2015). Auch Böcher und Krott (2016) bieten keine konkreten Empfehlungen, wie das RIU-Modell in der Forschungspraxis angewendet werden kann, um Wissenstransferprozesse zwischen Wissenschaft und Praxis zu organisieren. Nur wenige

Veröffentlichungen beschreiben die forschungspraktischen Probleme von Wissenstransfer oder geben Empfehlungen für mögliche Strategien, um Stakeholderprozesse in Forschungsprojekten zu organisieren (Beland Lindahl und Westholm, 2014). Dieser Artikel leistet einen Beitrag, diese Lücke in der Wissenstransferliteratur zu schließen, indem Antworten auf die folgenden Forschungsfragen präsentiert werden:

1. Worin liegen die konzeptionellen Unterschiede zwischen transdisziplinärer Forschung und dem RIU-Modell, und welche unterschiedlichen Implikationen ergeben sich aus diesen Unterschieden für die Organisation von Stakeholderprozessen?
2. Wie kann das RIU-Modell in der Forschungspraxis operationalisiert werden, um Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis zu organisieren?
3. Welche Grenzen bestehen bei der Anwendung des RIU-Modells als Grundlage für ein Wissenstransferkonzept in der forschungspraktischen Anwendung?

Bei der in diesem Beitrag dargestellten Wissenstransferstrategie handelt es sich um einen Wissenstransferprozess zwischen den Forstwissenschaften und der forstlichen Praxis. Die in diesem Beitrag geschilderte Anwendungsanalyse des RIU-Modells und die sich daraus ergebenden Implikationen für die Entwicklung von Wissenstransferstrategien sind jedoch auch auf andere wissenschaftliche Disziplinen anwendbar, insbesondere die Agrar-, Umwelt- und Nachhaltigkeitswissenschaften.

2 Das RIU-Modell

Das politikwissenschaftliche Research-Integration-Utilization-Modell (RIU-Modell) von Böcher und Krott (2016) ist ein konzeptioneller Ansatz, der einerseits angewendet werden kann, um Interaktionen zwischen Forschung und Praxis zu analysieren, andererseits Kriterien vorgibt, um Wissenstransfer professionell zu organisieren. In der Vergangenheit wurde innerhalb der Wissenstransferforschung in verschiedenen Ländern und Kontexten auf das RIU-Modell Bezug genommen (z.B. Stevanov et al., 2013; Böcher und Krott, 2014; Winkel und Jump, 2014; Klenk und Wyatt, 2015; Heim et al., 2016; Nagasaka et al., 2016a; Nagasaka et al., 2016b; Salomaa et al., 2016; Dharmawan et al., 2017; Do Thi et al., 2017; Kiptoo, 2017).

Das RIU-Modell differenziert analytisch drei Phasen voneinander: (1) Bereitstellung neuer, empirisch belegbarer Fakten durch Forschung („research“), (2) Integration von neuem Wissen in die Praxis unter Berücksichtigung politischer Rahmenbedingungen („integration“) und (3) Anwendung neuer Erkenntnisse und daraus abgeleiteter neuer Konzepte durch Politik, Praxis und Wissenschaft („utilization“). Diese drei Phasen sind zeitlich nicht klar voneinander separiert, sondern wechseln einander im Forschungsverlauf ab und überschneiden sich teilweise zeitlich (Stevanov et al., 2013).

Des Weiteren definiert das RIU-Modell Qualitätskriterien für Forschung, Integration und Anwendung (Tabelle 1). Diese Qualitätskriterien geben vor, dass erfolgreichem Wissenstransfer

ein Forschungsprozess von hoher wissenschaftlicher Qualität gemäß geltender wissenschaftlicher Standards vorausgehen muss. Der Integrationsprozess von wissenschaftlichen Erkenntnissen muss pluralistisch und vorrausschauend sein und die Anwendung neuer Konzepte demokratischen Standards entsprechen.

Tabelle 1

Qualitätskriterien gemäß des RIU-Modells

Phase	Qualitätskriterien
Forschung	<ul style="list-style-type: none"> • Bezugnahme zum aktuellen Stand der Forschung • Einhaltung der guten wissenschaftlichen Praxis • Kooperation mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen und Projekten • Unabhängige, relevante Forschungsergebnisse
Integration	<ul style="list-style-type: none"> • Orientierung an allgemeinen gesellschaftlichen Zielsetzungen • Relevanz hinsichtlich aktueller (forst)politischer Prozesse • Relevanz für Verbündete • Zielgruppenorientierte Vermittlung von Wissen
Anwendung	<ul style="list-style-type: none"> • Demokratische Prinzipien • Legalität • „Good governance“ • Angemessene Lösungen für Probleme • Teilnahme am wissenschaftlichen Diskurs

Quelle: Böcher und Krott, 2016, eigene Übersetzung

Im Folgenden werden die drei Phasen des RIU-Modells im Detail beschrieben und die Qualitätskriterien (Tabelle 1) dieser drei Phasen erläutert.

2.1 Forschung

Ein Forschungsprozess hoher wissenschaftlicher Qualität zeichnet sich durch eine Berücksichtigung des aktuellen Stands der Forschung und der Einhaltung der guten wissenschaftlichen Praxis aus. Kooperation mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen und Projekten kann die Qualität von Forschungsergebnissen erhöhen. Die Unabhängigkeit der Forschung von politischen und wirtschaftlichen Akteuren muss gewahrt bleiben. Dennoch müssen Forschungsergebnisse gesellschaftliche Relevanz haben, um Anwendung im politischen Prozess und in der Praxis zu finden (Böcher und Krott, 2016).

2.2 Integration

Das RIU-Modell basiert auf der Annahme, dass parallel zum Forschungsprozess ein intensiver Integrationsprozess zwischen Wissenschaft und Praxis stattfinden muss, um erfolgreichen Transfer von Forschungsergebnissen zu realisieren (Böcher und Krott, 2016). Dieser Integrationsprozess überbrückt die unterschiedlichen Logiken des Wissenschaftssystems und der Praxis (Klenk und Wyatt, 2015). Die Phase der Integration verbindet wissenschaftliche Erkenntnisse mit den Erwartungen und Wünschen von Politik und Praxis (Böcher, 2016).

Die erste Phase der Integration beginnt bei der Formulierung von Forschungsfragen und der Entwicklung von Forschungsprojekten. Hierbei ist die Orientierung an allgemeinen gesellschaftlichen Zielsetzungen notwendig, beispielsweise ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten von nachhaltiger Entwicklung. Hierbei gilt es jedoch kritisch zu hinterfragen, wer definiert, was dem Wohle der Allgemeinheit entspricht, und ob dieser Definition eine demokratische Legitimation zu Grunde liegt. Bei der Entwicklung von Forschungsthemen ist eine Orientierung an politischen und praktischen Problemen notwendig (Böcher, 2016).

Ein weiterer wichtiger Baustein eines gelungenen Wissenstransferprozesses ist die Existenz von Verbündeten („allies“). Unter dem Begriff „allies“ werden hierbei nicht-wissenschaftliche Akteure verstanden, welche die Anwendung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse auf verschiedene Arten befördern. Das RIU-Modell unterscheidet hierbei interne, externe, lernende und weise Verbündete. Interne Verbündete sind aktiv in den Forschungsprozess eingebunden, beispielsweise als Fördermittelgeber_in oder Praxispartner_in. Externe Verbündete sind nicht aktiv in Forschungsprozesse eingebunden, haben jedoch ein Interesse an der Anwendung der Erkenntnisse. Interne und externe Verbündete setzen die Anwendung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in Politik und Praxis mittels ihrer Machtressourcen durch (z. B. Gesetzgebungskompetenz, Verfügungsrechte aufgrund von Eigentum oder Informationsdominanz). Lernende Verbündete sind Akteure, die bereit sind alte Konventionen und Praktiken zu überdenken und zu ändern, wenn es klare wissenschaftliche Belege dafür gibt, dass eine Veränderung sinnvoll wäre. Weise Verbündete bewerten wissenschaftliche Erkenntnisse auf Basis ihres Alltagswissens und nutzen neues Wissen, wenn es ihnen sinnvoll erscheint (Böcher und Krott, 2016).

Der vierte Aspekt einer gelungenen Integration wissenschaftlicher Erkenntnisse in Politik und Praxis ist die zielgruppengerechte Kommunikation. Diese beinhaltet die Präsentation von Forschungsergebnissen in der Sprache der Waldbaupraxis und die Kommunikation durch Medien, die von der Zielgruppe gerne und viel genutzt werden. Des Weiteren müssen die bereitgestellten wissenschaftlichen Erkenntnisse an aktuell relevante Diskurse und Probleme anschließen (Böcher und Krott, 2016).

2.3 Anwendung

Die Phase der Anwendung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse des RIU-Modells unterscheidet zwischen Anwendung durch die Praxis durch die Umsetzung angemessener Lösungen für Probleme einerseits und der Anwendung durch die Wissenschaft durch die Teilnahme am wissenschaftlichen Diskurs andererseits. Des Weiteren werden normative Kriterien definiert, die eine freiheitliche, demokratische Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse beschreiben (Böcher und Krott, 2016).

3 Methodisches Vorgehen

3.1 Vergleich von transdisziplinärer Forschung mit dem RIU-Modell

Zunächst erfolgte eine systematische, vergleichende Analyse des RIU-Modells und dem Konzept der transdisziplinären Forschung. Ziel dieser Analyse war die Identifikation expliziter und impliziter konzeptioneller Annahmen über Wissenstransferprozesse und den daraus resultierenden Implikationen für die forschungspraktische Umsetzung. Hierzu wurde eine systematische Literaturanalyse von Veröffentlichungen durchgeführt, die transdisziplinäre Forschung oder das RIU-Modell anwenden, um Wissenstransferprozesse zu analysieren, zu organisieren oder konzeptionell zu diskutieren.

3.2 Operationalisierung des RIU-Modells in dem EU-Projekt alterfor

Das EU-Projekt alterfor – „Alternative models for future forest management“¹ – untersucht alternative Waldbaukonzepte auf der Basis von zehn regionalen Fallstudien, die die unterschiedlichen waldbaulichen Strategien in verschiedenen europäischen Ländern optimieren.

Die Fallstudienregionen befinden sich in Deutschland, Irland, Italien, Litauen, den Niederlanden, Portugal, der Slowakei, Schweden und der Türkei. Die alternativen Waldbaukonzepte werden hinsichtlich der Bereitstellung von verschiedenen Ökosystemdienstleistungen umfassend evaluiert. Die Schwedische Universität für Agrarwissenschaften (SLU) koordiniert das EU-Projekt, das von 20 Einrichtungen aus neun europäischen Ländern bearbeitet wird. Projektpartner in Deutschland sind die TU München, die Georg-August-Universität Göttingen, der Deutsche Forstverein und das Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie. Das Projekt begann im April 2016 und wird bis September 2020 gefördert (Abbildung 1).

In der ersten Phase alterfors wurden Akteursanalysen in allen zehn Fallstudienregionen durchgeführt. Akteure wurden hinsichtlich ihrer Interessen an Wäldern und ihrer

Machtressourcen, die Waldnutzung zu beeinflussen, charakterisiert. Die Analyse erfolgte auf nationaler Ebene und auf Ebene der Fallstudienregionen innerhalb der Länder. Interessen im Rahmen der Akteursanalyse von alterfor werden als Handlungsorientierung von Individuen oder Gruppen verstanden, die den Nutzen beschreiben, den das Individuum oder die Gruppe aus dem Wald ziehen kann (Krott, 2005). Macht ist im Kontext der Akteursanalyse alterfors als die Möglichkeit eines Akteurs, andere Akteure zu beeinflussen, definiert (Krott et al., 2014). Auf Basis des Ansatzes der akteurszentrierten Macht werden die Akteure hinsichtlich ihrer Machtressourcen charakterisiert. Die Bewertung der Machtressourcen von Akteuren basiert auf deren Möglichkeiten, Zwang auszuüben, positive und negative Anreize zu bieten oder Informationen auf Basis von Expertenwissen oder Ideologien zu verbreiten, deren Korrektheit von den Informationsempfängern nicht überprüft werden können (Krott et al., 2014).

Die Akteursanalysen wurden in allen zehn Fallstudien von Wissenschaftler_innen aus Forschungseinrichtungen in den jeweiligen Ländern durchgeführt, die damit bereits über Vorkenntnisse und Wissen zum forstpolitischen Kontext der Fallstudien verfügten. Im Rahmen eines viertägigen Trainingsseminars des Instituts für Forst- und Naturschutzpolitik an der Universität Göttingen wurden die Wissenschaftler_innen, die die Akteursanalysen in allen Fallstudien durchführten, in der Methode der Akteursanalyse trainiert. Dies garantierte ein einheitliches methodisches Vorgehen in allen Ländern. Die Akteursanalyse in alterfor basiert auf einer Triangulation von 215 qualitativen Interviews, Dokumentenanalysen und teilnehmenden Beobachtungen von forst- und naturschutzpolitischen Prozessen in den Fallstudienregionen.

In der zweiten Phase alterfors wurden für alle Fallstudienregionen alternative Waldnutzungsszenarien auf Basis der Interessen relevanter Akteure entwickelt. Um den verschiedenen, teilweise zueinander in Konflikt stehenden Interessen der Akteure gerecht zu werden, wurden mehrere alternative Waldnutzungsszenarien entwickelt, die sich an

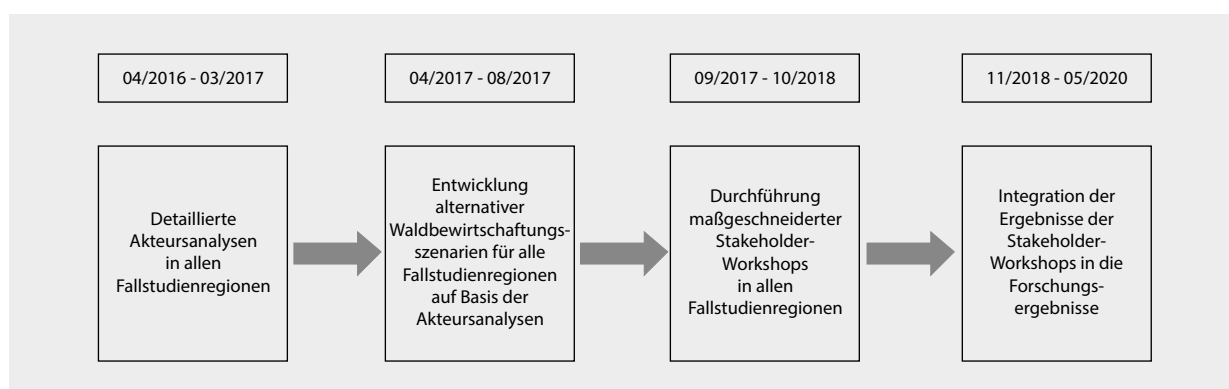


Abbildung 1
Zeitlicher Ablauf der Wissenstransferstrategie

¹ Weitere Information zum Projekt alterfor sind auf der Projektwebseite verfügbar: www.alterfor-project.eu

unterschiedlichen Präferenzen orientieren. Annahme hierbei ist, dass keine flächendeckende, einheitliche Waldnutzungspraxis von verschiedenen Akteuren mit unterschiedlichen Interessen zu erwarten ist. Stattdessen wurden mehrere, alternative Konzepte entwickelt, die wissenschaftliche Erkenntnisse auf unterschiedliche Weise entsprechend der Interessen der Akteure umsetzen.

In der dritten Phase alterfors wurde ein Konzept für „maßgeschneiderte Stakeholder-Workshops“ für alle zehn Fallstudien entwickelt. „Maßgeschneidert“ beschreibt hierbei, dass es kein einheitliches Konzept für die Organisation und Durchführung von Stakeholder-Workshops in den zehn Fallstudienregionen alterfors gab. Stattdessen wurden, angepasst an die unterschiedlichen forstpolitischen Rahmenbedingungen in den jeweiligen Ländern, für jedes Land unterschiedliche Workshop-Formate entwickelt. Das gemeinsame Ziel der Workshops war die Implementierung der in alterfor entwickelten alternativen waldbaulichen Konzepte durch die Praxis. Zentrale Elemente des Workshopkonzepts in alterfor waren:

- Verknüpfung alterfors mit aktuellen forstpolitischen Konflikten in den Fallstudienregionen
- Nutzung bestehender Netzwerke und Strukturen bei der Workshoporganisation
- Beteiligung von Praxisakteuren in Organisation und Durchführung der Workshops
- Berücksichtigung von Machtressourcen der Akteure bei der Wahl von Verbündeten
- Alternative Konzepte für unterschiedliche Interessen
- Alternative Schwerpunkte auf unterschiedlichen politisch-administrativen Ebenen

In allen Fallstudien wurden die Forschungsziele alterfors mit aktuellen, forstpolitisch relevanten Themen in den teilnehmenden Ländern verknüpft, um das Interesse der Akteure an alterfor zu stärken. Die Inhalte von Workshops griffen aktuelle forstpolitische Konflikte in den Fallstudienregionen auf.

Die in diesem Beitrag präsentierten Ergebnisse basieren auf der systematischen Dokumentation der Anwendung des RIU-Modells in alterfor in den ersten 20 Projektmonaten (April 2016 bis Januar 2018). In diesem Zeitraum wurde das RIU-Modell innerhalb alterfors operationalisiert, die Akteursanalysen durchgeführt und alternative Waldbewirtschaftungsszenarien für alle Fallstudien entwickelt. Des Weiteren wurden in diesem Zeitraum die Konzepte für die auf die Fallstudien maßgeschneiderten Stakeholder-Workshops entwickelt und erste Workshops durchgeführt.

3.3 Empirische Dokumentation des Projekts alterfor

Die Entwicklung und Anwendung der Wissenstransferstrategie in alterfor wurde systematisch dokumentiert. Teilnehmende Beobachtung wurde von allen projektinternen Diskussionen und Gesprächen mit Praxispartnern durchgeführt und mit Memos dokumentiert. Des Weiteren wurden Emails und andere Projektdokumente systematisch gesammelt, um alle Schritte des Wissenstransferprozesses

in alterfor zu dokumentieren. Die gesammelten Dokumente wurden einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen (Mayring, 2000).

4 Ergebnisse

4.1 Konzeptionelle Unterschiede zur transdisziplinären Forschung

Transdisziplinäre Forschung hat in jüngerer Zeit stark an Popularität gewonnen (Brandt et al., 2013; Lang et al., 2012; Spangenberg, 2011; Zscheischler und Rogga, 2015). Transdisziplinarität beschreibt ein Forschungsverständnis, in dem nicht-akademische Akteure „ihr praktisches Wissen, ihre Werthaltungen und Interessen“ in den Forschungsprozess einbringen. Auf diese Weise soll gewährleistet werden, dass die Wissenschaften wirklich die Probleme der Lebenswelt zum Gegenstand machen und dass das gewonnene Wissen über die wissenschaftliche Zuverlässigkeit hinaus auch ‚sozial robust‘ ist“ (Burger und Zielhofer, 2007, S. 27).

Damit verfolgen sowohl das Konzept der transdisziplinären Forschung als auch das RIU-Modell die Ziele, dass Forschungsfragen praxisrelevant sind und Forschungsergebnisse Anwendung in der Praxis finden. Dennoch gibt es einige zentrale Unterschiede zwischen diesen beiden Konzepten (Tabelle 2).

Damit ist das RIU-Modell nicht als Unterart transdisziplinärer Forschung zu verstehen, sondern als ein eigenständiger Forschungsansatz, der ein alternatives Konzept zur Überbrückung der Unterschiede von Wissenschaft, Politik und Praxis bietet. Im Folgenden werden die von uns identifizierten konzeptionellen Unterschiede zwischen dem Wissenstransferkonzept auf Grundlage des RIU-Modells und der transdisziplinären Forschung dargestellt.

4.1.1 Problemdefinition

Sowohl das RIU-Modell als auch Konzepte transdisziplinärer Forschung stimmen darüber überein, dass Politik und Praxis eine wichtige Rolle bei der Definition von gesellschaftlichen Problemen spielen und Einfluss auf die Formulierung von Forschungsfragen haben sollten. In transdisziplinärer Forschung wird häufig argumentiert, dass eine persönliche Betroffenheit eine ausreichende Legitimation für die Definition von Problemen und Teilhabe an der Erarbeitung von Lösungen ist. Dies führt jedoch häufig zu einer Überrepräsentation wirtschaftlicher Interessen und mächtiger Stakeholder (Toomey et al., 2015). Partizipative Forschung wurde dafür kritisiert, Machtverhältnisse der Stakeholder zu reproduzieren, da Minderheitsmeinungen durch den Gruppenprozess unterdrückt werden (Prell et al., 2006). Des Weiteren wurde kritisiert, dass partizipative Ansätze etablierte und legitime Entscheidungsstrukturen zu Gunsten von Partizipationsprozessen mit einer Überrepräsentation von Eliten ignorieren. In Partizipationsprozessen können nicht alle Interessen gleichberechtigt berücksichtigt werden (Cooke und Kothari, 2001; Korf, 2005).

Tabelle 2

Konzeptionelle Unterschiede und deren forschungspraktische Implikationen

	Transdisziplinarität	RIU-Modell
Definition von Problemen	<p>Geteiltes Problemverständnis</p> <p>→ Am Anfang des Forschungsprozesses muss durch einen Dialogprozess ein gemeinsames Problemverständnis erarbeitet werden.</p>	<p>Identifikation der unterschiedlichen Problemverständnisse von Stakeholdern und Wissenschaftler_innen</p> <p>→ Am Anfang des Forschungsprozesses müssen die Problemverständnisse von relevanten Stakeholdern identifiziert werden, Unterschiede in der Definition von Problemen und damit verbundene unterschiedliche Lösungspräferenzen müssen analysiert werden.</p>
Produktion von neuen, wissenschaftlichen Lösungen für praktische Probleme	<p>Gemeinsamer Prozess von Wissenschaft und Praxis.</p> <p>→ Die kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis im gesamten Forschungsprozess ist notwendig.</p>	<p>Nur durch Wissenschaft.</p> <p>→ Die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis ist nur im Rahmen des Integrationsprozesses notwendig.</p>
Integration von Wissenschaft und Praxis	<p>Forschung und Integration sind analytisch nicht-trennbare Prozesse, die parallel stattfinden.</p> <p>→ Integration findet automatisch durch den transdisziplinären Forschungsprozess statt.</p>	<p>Forschung und Integration sind unabhängige Prozesse, die separate Umsetzungsstrategien bedürfen.</p> <p>→ Entwicklung einer expliziten Integrationsstrategie und deren Umsetzung ist notwendig.</p>
Bereitschaft von Akteuren zur Problemlösung	<p>Akteure haben Interesse an der Lösung von Problemen und sozial-optimalen Problemlösungen.</p> <p>→ Problemlösungen, die im Forschungsprozess erarbeitet werden, sind sozial-optimal. Es ist möglich, eine einzige Lösung zu erarbeiten, die von allen Beteiligten mitgetragen wird.</p>	<p>Akteure sind an der Maximierung ihres eigenen Nutzens interessiert und haben nur Interesse an Problemlösungen, wenn diese ihnen Vorteile bringen.</p> <p>→ Verschiedene Akteure bevorzugen Problemlösungen, die mit ihren Interessen in Einklang stehen. Aufgrund verschiedener Interessen relevanter Akteure ist es notwendig, mehrere alternative Problemlösungen im Forschungsprozess zu entwickeln.</p>
Einfluss neuer Informationen auf Verhalten und Meinungen	<p>Stakeholder und Wissenschaftler_innen durchlaufen einen gemeinsamen Lernprozess im Projektverlauf.</p> <p>→ Alte Positionen und Meinungen werden im Forschungsprozess überdacht und teilweise revidiert. Daher kann es zu Verhaltensänderungen durch den Forschungsprozess kommen.</p>	<p>Meinungen und Verhalten von Stakeholdern sind stabil, nur in seltenen Fällen ändern Stakeholder ihre grundlegenden Meinungen oder Handlungsgewohnheiten im Projektverlauf.</p> <p>→ Neues wissenschaftliches Wissen findet nur Anwendung, wenn dieses mit den Meinungen und dem Verhalten von Stakeholdern kompatibel ist.</p>
Perspektive auf Macht von Akteuren	<p>Durch die aktive Teilnahme an Forschung werden Stakeholder ermächtigt, praktische Probleme durch die Zusammenarbeit mit Wissenschaftler_innen zu lösen.</p> <p>→ Machtverhältnisse spielen für den Forschungsprozess eine untergeordnete Rolle. Insbesondere weniger mächtige Stakeholder können durch Forschung ermächtigt werden, Probleme erfolgreich zu lösen.</p>	<p>Stakeholderbeziehungen sind durch Machtverhältnisse gekennzeichnet. Einflussreiche Stakeholder können andere zur Anwendung von neuem Wissen bewegen.</p> <p>→ Die Kooperation mit einflussreichen Stakeholdern sollte aktiv gesucht werden, um deren Macht dafür zu nutzen, die Anwendung neuer Erkenntnisse durchzusetzen.</p>

Die persönliche Betroffenheit ist eine mögliche Legitimation von Partizipation in der Definition von Problemen und Forschungsfragen, jedoch auf Basis des RIU-Modells keine hinreichende Voraussetzung, eigene Interessen im Forschungsprozess durchzusetzen. Wissenstransfer auf Basis des RIU-Modells erfordert eine demokratische Legitimation und klare Orientierung am Gemeinwohl bei der Identifikation von Forschungsthemen und der Formulierung von Forschungsfragen. Des Weiteren strebt transdisziplinäre Forschung eine gemeinsame Problemdefinition aller Beteiligten an (Bergmann et al., 2005). Eine gemeinsame Problemdefinition ist keine Zielsetzung des RIU-Modells, stattdessen werden unterschiedliche Perspektiven auf Probleme und verschiedene Problemdefinitionen als Teil von Pluralität angesehen. Unterschiedliche Perspektiven von Stakeholdern fließen in die Erarbeitung zielgruppenorientierter, alternativer Lösungen ein.

4.1.2 Produktion von Wissen

Im Kontext transdisziplinärer Forschung wird eine Ko-Produktion von Wissen durch wissenschaftliche und nicht-wissenschaftliche Akteure auf Basis der Annahme befürwortet, dass dieser Ko-Produktionsprozess zu einer Demokratisierung von Wissensproduktion und Ermächtigung von Akteuren führt (z. B. Brandt et al., 2013; Enengel et al., 2012; Klenk und Wyatt, 2015; Lang et al., 2012; Mattor et al., 2014). Im RIU-Modell ist die Produktion von Wissen ausschließlich Forschenden vorbehalten, um Glaubwürdigkeit und Unabhängigkeit des Forschungsprozesses zu gewährleisten. Nicht-wissenschaftliche Akteure dagegen spielen eine zentrale Rolle in der Definition von Problemen und Forschungsthemen, der Integration von neuen Erkenntnissen in die Praxis und der Anwendung innovativer Lösungen (Böcher und Krott, 2016).

4.1.3 Integration als eigenständige Phase des Wissenstransfers

Sowohl in transdisziplinärer Forschung als auch im RIU-Modell wird die Notwendigkeit eines Integrationsprozesses von neuem Wissen anerkannt. In der transdisziplinären Forschung werden Integration und Anwendung von Wissen als in den Forschungsprozess integrierte angesehen (Lang et al., 2012). Da neues Wissen im Kontext der Anwendung generiert wird, ist keine Überbrückung der Lücke zwischen Wissenschaft und Praxis notwendig (Hessels und van Lente, 2008). Im Gegensatz dazu betont das RIU-Modell die Notwendigkeit klar zwischen den Phasen Integration und Anwendung sowohl analytisch als auch praktisch zu differenzieren (Böcher und Krott, 2016). Als Konsequenz daraus ergibt sich die Notwendigkeit für die Entwicklung einer expliziten Wissenstransferstrategie mit einer Vielzahl von konkreten Maßnahmen.

4.1.4 Bereitschaft von Akteuren zur Problemlösung

Das RIU-Modell basiert auf der Annahme, dass Akteure auf Basis ihrer Interessen handeln und ihre Machtressourcen einsetzen, um ihre Interessen durchzusetzen (Böcher, 2016). Akteure haben keine uneingeschränkte Motivation zur Lösung von Problemen, sondern unterstützen Problemlösungen nur, wenn die eigenen Interessen dadurch verfolgt und/oder die eigenen Machtressourcen gesteigert werden können. Durch diese Annahme unterscheidet sich das RIU-Modell von transdisziplinären Ansätzen, die meist (implizit) davon ausgehen, dass Akteure ein starkes Interesse an der Lösung von Problemen und der Erarbeitung von Kompromissen haben. In der transdisziplinären Diskussion wird argumentiert, dass durch gemeinsames Lernen kooperative Lösungen erzielt werden können (Lang et al., 2012). Allerdings wird auch in der transdisziplinären Forschung anerkannt, dass fundamental gegensätzliche Interessen und Perspektiven auf ein Problem eine von allen Beteiligten akzeptierte Problemlösung verhindern können (Lang et al., 2012). Unüberbrückbare Interessengegensätze oder divergierende Problemdefinitionen führen zum Scheitern von transdisziplinärer Forschung. Transdisziplinäre Forschungsprojekte enden manchmal mit Ergebnissen, die vage sind, aber dadurch von allen Beteiligten akzeptiert werden (Lang et al., 2012). Das RIU-Modell basiert dagegen auf der Annahme, dass alternative Lösungen für unterschiedliche Stakeholder die Regel darstellen und häufig keine Lösungen gefunden werden können, die von Stakeholdern mit gegensätzlichen Interessen Anwendung finden werden.

4.1.5 Einfluss neuer Informationen auf Verhalten und Meinungen

Die transdisziplinäre Forschung nimmt an, dass Stakeholder durch aktive Beteiligung am Forschungsprozess einen Lernprozess durchlaufen (Lang et al., 2012). Auf Basis dieses Lernprozesses werden Meinungen revidiert und Verhaltensänderungen können implementiert werden. Das

RIU-Modell differenziert zwischen verschiedenen Typen von Akteuren. Der Typ des lernenden Verbündeten ist bereit, alte Konventionen zu überdenken, wenn neue Erkenntnisse dies erforderlich machen. Generell geht das RIU-Modell aber davon aus, dass die Interessen und Meinungen von Stakeholdern durch Forschung nicht grundlegend verändert werden. Problemlösungen müssen also auf bestehenden Handlungsorientierungen relevanter Stakeholder aufbauen (Böcher und Krott, 2016).

4.1.6 Perspektive auf Macht von Akteuren

In der Vergangenheit wurde transdisziplinärer Forschung häufig vorgeworfen, der Macht von Akteuren und Machtdisparitäten nicht ausreichend Aufmerksamkeit zu schenken (Toomey et al., 2015). Das politikwissenschaftliche Konzept von Macht hat in jüngerer Zeit verstärkt Aufmerksamkeit in der transdisziplinären Forschung erhalten (Partzsch, 2015). Die Ermächtigung von Stakeholdern wird als explizites Ziel transdisziplinärer Forschung angesehen (Brandt et al., 2013). Dieses Ziel wird vom RIU-Modell nicht geteilt. Stattdessen ist die Analyse von Machtressourcen relevanter Akteure im Hinblick auf deren Möglichkeiten, andere Akteure zu beeinflussen und diese Machtressourcen für die Integration von Wissen zu nutzen ein wesentliches Element des RIU-Modells. Zur Differenzierung des Konzepts der Macht berücksichtigen transdisziplinäre Forschungsansätze vor allem das „power to“ (Ermächtigung zum eigenen Handeln) (Partzsch, 2015), während das RIU-Modell über eine Perspektive von Macht als „power over“ (Macht über andere) verfügt.

4.2 Anwendung des RIU-Modells im EU-Projekt alterfor

Das EU-Projekt alterfor bereitet den Transfer der angestrebten innovativen Waldbaukonzepte in die Praxis von Beginn an mit Integrationsmaßnahmen auf Basis des RIU-Modells vor (Tabelle 3).

Tabelle 3

Integrationskonzept in alterfor auf Basis des RIU-Modells

Kriterien zur Phase der „Integration“ aus dem RIU-Modell	Umsetzung im Projekt alterfor
Orientierung an allgemeinen gesellschaftlichen Zielsetzungen	• Alternative Waldbaukonzepte im Rahmen der Nachhaltigkeit
Relevanz hinsichtlich aktueller (forst)politischer Prozesse	• Verknüpfung mit aktuellen Konflikten und (forst)politischen Prozessen in den Fallstudienregionen
Relevanz für Verbündete	• Berücksichtigung der Interessen mächtiger Akteure in Szenarien und alternativen Waldbaukonzepten • Alternative Konzepte für diverse Interessen
Zielgruppenorientierte Vermittlung von Wissen	• Einbindung der Praxis in Organisation, Bekanntmachung und Durchführung der Workshops

Das Integrationskriterium ‚Orientierung an allgemeinen gesellschaftlichen Zielsetzungen‘ wird erfüllt, indem alternative Waldbaukonzepte ausschließlich im Rahmen der Nachhaltigkeit entwickelt werden. Hierbei findet eine Orientierung in jeder Fallstudie an nationalen Nachhaltigkeitsstandards statt. ‚Relevanz hinsichtlich aktueller (forst)politischer Prozesse‘ wird durch die enge Verknüpfung von Stakeholder-Workshops und Waldbaukonzepten mit aktuellen Waldnutzungskonflikten und -problemen in jeder Fallstudie realisiert. Relevanz für Verbündete wird gewährleistet, indem die Interessen einflussreicher Akteure in den waldbaulichen Szenarien und alternativen Waldbaukonzepten berücksichtigt werden. Um der Interessenvielfalt der Akteure gerecht zu werden, werden mehrere alternative Szenarien und Konzepte entwickelt, die zu den waldbaulichen Interessen verschiedener Interessengruppen passen. Durch die aktive Einbindung von Praktikern in Organisation, Bekanntmachung und Durchführung der Workshops wird eine zielgruppenorientierte Vermittlung von Wissen gewährleistet. Im Folgenden werden die drei zentralen Schritte der Integrationsstrategie in alterfor vorgestellt, um die Anwendung des RIU-Modells in der Forschungspraxis an einem Beispiel zu illustrieren.

4.2.1 Detaillierte Akteursanalysen

Im Rahmen der Akteursanalyse wurden Stakeholder in den Fallstudien identifiziert und hinsichtlich ihrer Interessen an der Waldnutzung und ihrer Möglichkeiten, diese zu beeinflussen, charakterisiert. Des Weiteren wurden aktuelle forstpolitische Diskussionen, relevante Konfliktthemen und der institutionelle Rahmen der Waldnutzung in allen zehn Fallstudien identifiziert.

Anhand der Fallstudie Augsburg (Westliche Wälder) wird im Folgenden beispielhaft die Akteursanalyse illustriert. In dieser Fallstudie wurden 12 qualitative Interviews mit Repräsentant_innen der folgenden Organisationen durchgeführt:

- Bayerische Staatsforsten (2)
- Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg (1)
- Kommunalwald (1)
- Forstbetriebsgemeinschaft (1)
- Forstliche Interessenverbände (2)
- Waldpädagogikverband (1)
- Umwelt- und Naturschutzverbände (2)
- Landschaftspflege (1)
- Freizeitnutzung von Natur (1)

Die Interviews zeigten, dass aufgrund eines hohen Fichtenanteils und der guten Wachstumsbedingungen die Holzproduktion eine zentrale Funktion in der Fallstudienregion ist. Borkenkäfer stellen ein wichtiges Forstschutzproblem in der Region dar. Die Anpassung an den Klimawandel, verbunden mit einer Reduktion des Fichtenanteils, ist ein zentrales waldbauliches Thema in der Fallstudienregion. Vertreter der Kommunal- und Landeswälder sowie der Naturschutzorganisationen präferieren eine Waldumbaustrategie hin zu einem höheren Buchanteil und einem steigenden Anteil der Weißtanne, um die Resilienz der Wälder und deren Habitatwert zu erhöhen. Viele Kleinprivatwaldeigentümer haben jedoch

aufgrund der guten betrieblichen Ergebnisse der Fichte kein Interesse an deren Reduktion. Viele Privatwaldeigentümer bevorzugen eine Erhöhung des Douglasienanteils als alternative Baumart zur Fichte. Dies wird von Umwelt- und Naturschutzverbänden abgelehnt, die gegen die Pflanzung von nicht-autochthonen Baumarten eintreten. Eine Reduktion der Wildbestände wäre notwendig, um den Laubbaumanteil zu erhöhen, dies steht jedoch im Konflikt zu den Interessen der Jäger. Regional sind etliche holzwirtschaftliche Unternehmen angesiedelt, die Nadelholz stark nachfragen. Von der lokalen Bevölkerung gibt es ein Interesse an Buchenholz für die Nutzung als Kaminholz. Die Fallstudienregion ist wichtig zur Gewinnung von Trinkwasser für die Region Augsburg. Daher müssen Auswirkungen auf Wasserqualität und -quantität in waldbaulichen Entscheidungen berücksichtigt werden. Des Weiteren findet in der Fallstudienregion aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte eine intensive Waldnutzung durch Freizeitnutzer statt. Die Erholungssuchenden (z. B. Angler, Wanderer, Mountainbiker, Pilzsammler) fühlen sich in ihrer Erholung durch Waldarbeiten gestört und erwarten eine gute Instandhaltung der Waldwege. Des Weiteren erwarten große Teile der Bevölkerung, dass der Staatsforst waldbauliche Konzepte anwendet, die vielfältige und ästhetische Landschaften erzeugen. Landschaftsschutz ist ein wichtiges Interesse in der Fallstudie. Einige lokale Akteure setzen sich dafür ein, den Anteil historischer Waldnutzungsformen zu erhöhen, um den kulturellen Wert dieser Konzepte zu erhalten (z. B. Waldweide, Niederwald). Waldrelevante Akteure unterscheiden sich deutlich in ihren Interessen an von Wäldern erbrachten Ökosystemdienstleistungen (Tabelle 4).

Klassische forstliche Akteure (Waldeigentümer, Forstverwaltungen) sind in der Fallstudienregion, wie in Bayern generell, einflussreich aufgrund intensiver Lobbyarbeit und enger Beziehungen zur Landesverwaltung und Regierung. Auch Umwelt- und Naturschutzverbände bemühen sich um Einfluss auf die Waldnutzung, können sich jedoch nur punktuell durchsetzen. Jäger haben eine starke Lobby, wodurch eine deutliche Reduktion der Wildbestände erschwert ist. Aufgrund der Bedeutung der Trinkwassergewinnung haben Wasserverbände Einfluss auf die Waldnutzung. Auf lokaler Ebene sind Erholungsnutzer und Verbände, die die Interessen von Erholungsnutzern vertreten einflussreich, z. B. der Naturparkverein. Auch die regionale Holzwirtschaft hat Einfluss auf die Bewirtschaftung der Wälder aufgrund ihrer Nachfrage nach (Nadel)holz und ihrer regionalen wirtschaftlichen Bedeutung.

4.2.2 Entwicklung von alternativen Waldnutzungsszenarien

Die Ergebnisse der Akteursanalysen dienten als Ausgangspunkt für die Entwicklung alternativer Waldbewirtschaftungsszenarien für alle zehn Fallstudienregionen. Die in alterfor entwickelten alternativen Waldbauszenarien knüpfen an unterschiedliche aktuelle forstpolitische Konfliktthemen an, die in den jeweiligen Fallstudien relevant für die Akteure sind. Beispielsweise ist das Thema Waldbrandprävention von zentraler Bedeutung für die Fallstudie in Portugal. Für die beiden

Tabelle 4

Interessen an Ökosystemdienstleistungen von ausgewählten Akteuren in der Fallstudie Augsburg (Westliche Wälder).

	Forstwirtschaft	Holzwirtschaft	Beschäftigte in der Forstwirtschaft	Freizeitnutzer	Jäger	Wasserverbände und Versorgungs- unternehmen	Umwelt- und Naturschutz- verbände
	(z. B. private Wald- eigentümer, Bayerische Landes- forsten)	(z. B. Sägewerke und Papier- fabriken)	(z. B. Gewerkschaf- ten, forstliche Lohnunternehmer, Forstdienstleister)	(z. B. Wanderer, Mountainbiker, Geocacher)			
Bereitstellende ÖS							
Holz	+++	+++	+++	-	--	-	+
Wild	--	---	-	++	+++	0	--
Pilze	0	0	0	+++	+	0	+++
Beeren	0	-	0	+++	+	0	+
Kräuter	0	0	0	+	+	0	+
Unterstützende ÖS							
Biodiversität/ Habitat	+	---	-	++	+	+	+++
Regulierende ÖS							
Kohlenstoff- speicherung	--	---	-	0	0	0	+++
Klimaregulierung	++	0	0	0	0	+	+++
Wasserqualität	0	-	-	-	-	+++	+++
Schädlings- kontrolle	+++	+++	+	+	0	+	+++
Kulturelle ÖS							
Erholung	-	-	-	+++	-	-	0
Ästhetik	+	-	0	+++	+	-	+
Tourismus	-	-	0	+	-	-	-

Legende: 0: kein Interesse; +: leichtes Interesse; ++ mittleres Interesse; +++ starkes Interesse; - steht eigenen Interessen leicht entgegen; --:steht eigenen Interessen entgegen; ---: steht eigenen Interessen stark entgegen.

Fallstudien in Deutschland stehen die Themen Waldumbau, Verfügbarkeit von Nadelholz, Stilllegung und Klimaanpassung im Fokus der alternativen waldbaulichen Konzepte. Anhand der Fallstudie Augsburg (Westliche Wälder) wird im Folgenden illustriert, wie auf Basis der Interessen der identifizierten regionalen Akteure vier alternative Waldnutzungsszenarien für die Fallstudie entwickelt wurden:

- (1) der Holz und Energie erzeugende Wald
- (2) der biodiversitätszentrierte Erholungswald
- (3) der segregierte Wald
- (4) der multi-funktionale Wald

Der (1) Holz und Energie erzeugende Wald hat einen hohen Nadelholzanteil. Fichte ist immer noch die dominierende Baumart, der Anteil der Douglasie und der Weißtanne werden jedoch schrittweise erhöht. Buche und andere verschiedene autochthone und nicht-autochthone Baumarten werden in die Bestände gemischt, um die Resilienz der Bestände zu erhöhen. Regelmäßig wird mit chemischen Forstschutzmitteln die Ausbreitung von Kalamitäten eingedämmt, lediglich Wasserschutzgebiete sind vom regelmäßigen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel ausgenommen. Der Wald wird intensiv bewirtschaftet und verfügt über eine Infrastruktur, die flächendeckend eine vollmechanisierte Ernte

erlaubt. Die Wilddichte ist deutlich reduziert. Nur wenig Totholz verbleibt im Wald, da die Biomasse energetisch genutzt wird. Windparks werden innerhalb des Waldes in höheren Lagen erbaut.

Im (2) biodiversitätszentrierten Erholungswald ist der Waldbau auf die deutliche Reduktion der Fichte ausgerichtet, schrittweise werden der Anteil der Buche und anderer heimischer Laubbaumarten erhöht. Wälder werden in ein Ökosystem mit ausschließlich autochthonen Baumarten entwickelt. Nach der erfolgreichen Reduktion der Fichte findet nur noch Naturverjüngung statt. Verschiedene Weiden- und Kernobstgewächse wachsen an Waldrändern und innerhalb von Wäldern auf durch Stürme oder Käferbefall verursachten Freiflächen. Bäume aller Altersklassen sind im Wald vertreten. 10 % der Bäume der forstwirtschaftlich genutzten Waldfläche sind von der Holzernte ausgenommen und verbleiben im Wald. 10 % der Flächen, die besonders ökologischen wertvoll sind, sind vollständig aus der forstlichen Nutzung genommen und dienen dem Prozessschutz. Zusätzliche Waldflächen sind aufgrund kultureller Gründe, z.B. dem Erhalt von Hünengräbern, aus der forstlichen Nutzung genommen. Gut zugängliche Waldflächen in der Nähe von Städten und Dörfern werden als Waldfriedhöfe genutzt. Holz-

ernte wird motormanuell durchgeführt und außerhalb der Wasserschutzgebiete werden Stämme durch Pferderückung aus dem Wald entfernt. Innerhalb des Waldes werden einige Freiflächen, z. B. Heidelandschaften, freigehalten, Moore und Auenwälder werden renaturiert. In einigen Bereichen des Waldes werden historische Nutzungsformen umgesetzt (Hutewald, Niederwald), um diese kulturell zu erhalten und spezielle Habitate im Wald zu schaffen. Die Wilddichte ist deutlich reduziert.

Innerhalb des (3) segregierten Waldes sind die beiden geschilderten Szenarien anteilig innerhalb der gesamten Waldfläche realisiert.

Innerhalb des (4) multi-funktionalen Waldes werden verschiedenen Interessen auf derselben Waldfläche kombiniert. Damit entspricht der multi-funktionale Wald einer Fortschreibung der bisherigen Waldnutzung in der Fallstudie.

4.2.3 Maßgeschneiderte Stakeholder-Workshops

Bestehende Netzwerke und Strukturen der Praxisakteure wurden für die Präsentation der Forschungsergebnisse genutzt, um eine hohe Teilnahmequote relevanter Akteure zu erreichen. Die alterfor Workshops sollen im Rahmen existierender Veranstaltungsformate relevanter Akteure stattfinden. Das Projektkonsortium alterfors tritt damit nicht als Gastgeber von Workshops auf. Stattdessen finden die Workshops im Rahmen bereits bestehender Strukturen statt, beispielsweise im Rahmen von regelmäßig stattfindenden „Waldabenden“ der Waldeigentümerorganisation Södra in der Fallstudie Kronoberg in Schweden. Durch die Nutzung bestehender Netzwerke und Strukturen soll die Akzeptanz und Glaubwürdigkeit des Projekts gestärkt werden.

Das Workshop-Konzept alterfors ist ein wesentlicher Baustein zur Gewinnung von externen Verbündeten, die auch nach Projektende die Integration der in alterfor gewonnenen Erkenntnisse und entwickelten Konzepte vorantreiben. Durch die aktive Einbindung potenzieller Verbündeter in die Organisation von Workshops soll ein Grundstein für deren zukünftige, projektunabhängige Integrationsarbeit von in alterfor gewonnenen Erkenntnissen gelegt werden. Die Bereitschaft von Akteuren, einen aktiven Part in der Organisation und Durchführung von Workshops zu übernehmen, ist ein wichtiger Indikator dafür, ob die in alterfor gewonnenen Erkenntnisse Relevanz für die Praxis haben und neue Antworten auf aktuelle Probleme liefern können. In den Fallstudien wurden unterschiedliche Typen von Praxispartnern für die Organisation der Stakeholder-Workshops gewonnen. Beispielsweise wurde in der oben genannten Fallstudie Augsburg (Westliche Wälder) das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Augsburg für die Organisation und Durchführung der Workshops gewonnen. In der Fallstudie Veneto in Italien wurde ein Workshop in Kooperation mit FSC Italien, einer Waldeigentümer Kooperative, der Verwaltung der Stadt Bibione und einem örtlichen Energieversorger organisiert.

Bei der Suche nach externen Verbündeten werden die Machtressourcen der Akteure zur Beeinflussung der Waldnutzung berücksichtigt. Der Fokus liegt auf der Einbindung von Akteuren, die tatsächlich die potenzielle Möglichkeit

haben, aufgrund ihrer Machtressourcen zur Etablierung neuer, innovativer Waldnutzungskonzepte beizutragen. Jedoch können auch Allianzen mehrerer Akteure sinnvolle Verbündete des Projekts sein, wenn diese gemeinsam über ausreichende Machtressourcen zur potenziellen Etablierung neuer Praktiken verfügen.

In alterfor werden mehrere alternative waldbauliche Konzepte entwickelt, die die unterschiedlichen Interessen von Akteuren an Wäldern aufgreifen (z. B. waldbauliche Konzepte mit Fokus auf Holzproduktion und waldbauliche Konzepte mit Fokus auf Schutz von Biodiversität). Stakeholder mit gegensätzlichen Interessen werden zu getrennten Workshops eingeladen, um eine konstruktive Diskussion alternativer waldbaulicher Konzepte unter Akteuren mit ähnlicher Interessenlage zu ermöglichen. Dieser Ansatz soll verhindern, dass Akteure mit gegensätzlichen Interessen und Waldbaupräferenzen in Stakeholder-Workshops lediglich ihre altbekannten Positionen austauschen, anstatt in fundierte fachliche Diskussionen einzusteigen. Beispielsweise wurde in der Fallstudie Kronoberg in Schweden ein Workshop in Kooperation mit der Waldeigentümerorganisation Södra geplant, während ein zweiter Workshop in die Entwicklung einer Strategie für Grüne Infrastruktur der regionalen Verwaltung eingebettet wird.

Stakeholder-Workshops werden auf verschiedenen politisch-administrativen Ebenen in den Fallstudienregionen (lokal, regional, national) durchgeführt. Diese Workshops haben unterschiedliche Schwerpunkte entsprechend den unterschiedlichen Akteurskonstellationen und variierenden relevanten Themen und Konflikten auf den unterschiedlichen Ebenen. Beispielsweise ergab die Akteursanalyse in der ersten Projektphase, dass in den meisten Fallstudienregionen das Thema CO₂-Sequestrierung in Wäldern und Produkten von hoher politischer Relevanz in nationalen forstpolitischen Diskussionen ist, jedoch kaum eine Rolle auf den lokalen Ebenen spielt. Des Weiteren verfügen in den meisten Fallstudien Akteure, die Interessen des Naturschutzes vertreten, über stärkere Machtressourcen auf höheren politischen Ebenen. Im Gegensatz dazu dominieren auf regionaler und lokaler Ebene in den meisten Fallstudien Akteure, die wirtschaftliche Interessen verfolgen. Damit ist es für einige Fallstudien sinnvoll, alternative waldbauliche Konzepte mit unterschiedlichen Prioritäten auf verschiedenen politisch-administrativen Ebenen zu präsentieren.

4.3 Grenzen der Anwendbarkeit des RIU-Modells in alterfor

Im Folgenden werden sechs Faktoren vorgestellt, die den erfolgreichen Wissenstransfer in den ersten 20 Projektmonaten einschränkten. Möglichkeiten, diesen Herausforderungen zu begegnen, werden erörtert.

4.3.1 Mangel an Zeit

Die Projektlaufzeit alterfors beträgt 4,5 Jahre. Dies ist zwar lang im Vergleich zu den meisten anderen Drittmittelprojekten, jedoch ein vergleichsweise kurzer Zeitraum, um

eine Integration zwischen Wissenschaft und Praxis zu realisieren. Denn Ergebnisse liegen erst gegen Projektende vor und mit Projektende enden die Verträge der meisten Projektmitarbeiter_innen. Idealerweise müsste dem Forschungsprozess in alterfor ein mehrjähriger Integrationsprozess nachgeschaltet sein, um langfristig eine Implementierung innovativer Waldbaukonzepte in der Praxis zu realisieren. Um dennoch eine langfristige Integrationsphase von in alterfor gewonnen Erkenntnissen zu erreichen, liegt der Fokus der Integrationsstrategie des Projekts auf der Gewinnung von Praxispartnern, die den Integrationsprozess aus eigenem Interesse nach Ende von alterfor projektunabhängig fortsetzen.

4.3.2 Mangel an Personal für Wissenstransfer

Im Projekt alterfor stehen nur begrenzte Personalressourcen für Integrationsmaßnahmen von Erkenntnissen in die Politik und Praxis zur Verfügung. Es gibt in den zehn Fallstudien keine Projektmitarbeiter_innen, die als professioneller „Integrator“ ausschließlich für die Integration neuer Erkenntnisse in die Politik und Praxis verantwortlich wären. Der Transfer neuer Erkenntnisse wird im Vergleich zu anderen Tätigkeiten in alterfor nur in geringem Umfang finanziell gefördert. Dieser Mangel könnte jedoch dadurch ausgeglichen werden, dass auch alterfor Projektmitarbeiter_innen mit wissenschaftlichen Aufgaben und nicht-wissenschaftliche Projektpartnerorganisationen aktiv an der Integration neuer Erkenntnisse in die Praxis mitwirken.

4.3.3 Fehlende Anreizstruktur für den Wissenstransfer in die Praxis

Das Wissenschaftssystem bietet für Wissenschaftler_innen kaum Anreize, viel Zeit und Energie in die Integration neuer Erkenntnisse in die Politik und Praxis zu investieren. Stattdessen besteht eine starke Diskrepanz zwischen Elementen guter Integrationsarbeit im Sinne des Wissenstransferkonzepts des RIU-Modells und den Tätigkeiten, die wissenschaftliche Karrieren fördern. Fast alle Projektmitarbeiter_innen in alterfor arbeiten im Rahmen des Projekts an kumulativen Doktorarbeiten oder sind als Post-doc Wissenschaftler_innen für die Dauer des Projekts in den teilnehmenden Einrichtungen befristet angestellt. Daher besteht für diese Projektbearbeiter_innen eine starke Anreizstruktur, neue Erkenntnisse in englischsprachigen, internationalen Journals zu publizieren, die sprachlich, aufgrund ihrer formalen Artikelstruktur und der beschränkten Zugangsmöglichkeiten aufgrund teurer Lizenzen kein geeignetes Medium darstellen, um neue Erkenntnisse an die Waldbau Praxis zu vermitteln.

4.3.4 Unterschiedliche Erkenntnisinteressen von Wissenschaft und Praxis

Die empirische Projektbeobachtung zeigte, dass unterschiedliche Erkenntnisinteressen in Wissenschaft und

Praxis bestehen. Beispielsweise besteht im Konsortium von alterfor ein hohes Interesse, die Möglichkeiten zur Modellierung globaler Szenarien technisch weiterzuentwickeln. Erkenntnisse dieses Forschungsbereichs haben jedoch nur relativ geringe Praxisrelevanz und können kaum fundierte Antworten auf lokale, forstpolitisch relevante Fragen liefern. Stattdessen waren Praxisakteure an der Entwicklung konkreter waldbaulicher Konzepte interessiert, die auf die standörtlichen Bedingungen der Fallstudienregion abgestimmt sind und konkrete forstwirtschaftliche Probleme lösen können.

4.3.5 Begrenzte technische Möglichkeiten

Die in alterfor angewendeten Waldwachstumsmodelle können aufgrund technisch begrenzter Möglichkeiten viele Aspekte nicht modellieren, die für die Politik und Waldbau Praxis relevant und wichtig sind. Die Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen von Wäldern sind (bislang) durch Modelle nicht im erforderlichen Umfang abbildbar, um wissenschaftlich haltbare Antworten auf viele Fragen und Erkenntnisinteressen von Praxisakteuren liefern zu können. Beispielsweise erklärte ein Repräsentant der Waldeigentümer, dass er sich von dem Projekt alterfor wünschen würde zu erfahren, wie das Klima in Bayern in 50 Jahren genau sein würde, um auf Basis dieser Information seine waldbaulichen Entscheidungen treffen zu können. Ein im Rahmen von alterfor befragter Förster erklärte, dass er gerne wissen würde, wie sich die Anwendung von chemischen Schädlingsbekämpfungsmitteln bzw. der Verzicht auf chemische Schädlingsbekämpfung mittelfristig auf die Holzverfügbarkeit in Brandenburg auswirken würde. Ein Mitarbeiter eines Natursportvereins wünschte sich Antworten auf die Frage, inwiefern die Naturverjüngung und damit auch die Holzverfügbarkeit in konkreten Zahlen durch Mountainbiking außerhalb von Wegen beeinflusst werden. Diese Erkenntnisinteressen der Praxis sind auf Basis der aktuellen technischen Möglichkeiten durch Waldwachstumsmodellierungen jedoch nicht seriös zu beantworten.

4.3.6 Rahmenbedingungen der Forschungsförderung

Der Wissenstransfer auf Basis des RIU-Modells erfordert eine enge Verknüpfung der Projektarbeit mit für Politik und Waldbau Praxis aktuell relevanten Themen in den zehn Fallstudien alterfors. Die Entwicklung eines Wissenstransferkonzepts auf Basis des RIU-Modells erforderte zunächst eine Analyse der Situation in den Fallstudiengebieten und eine zeitliche Anpassung des Integrationsprozesses an politische Prozesse, die als Gelegenheitsfenster zur Vermittlung von neuen Erkenntnissen dienen können. Die daraus resultierende optimale Integrationsstrategie entspricht nicht in allen Fallstudien den formalen Anforderungen des Projektplans (z.B. hinsichtlich erforderlicher Meilensteine und Projektberichte).

5 Diskussion

Ein gelungener Integrationsprozess braucht Zeit, um Vertrauen und gegenseitiges Verständnis zwischen Wissenschaft und Praxis zu entwickeln (Beland Lindahl und Westholm, 2014; Mattor et al., 2014; Reed et al., 2014). Frühere Untersuchungen von Forschungsprojekten zeigten, dass ein Integrationsprozess, der zur tatsächlichen Anwendung neuer Erkenntnisse führt, mehr als zehn Jahre dauern kann (Böcher, 2016). Des Weiteren bestehen unterschiedliche Erkenntnisinteressen in Wissenschaft und Praxis (Wiek, 2007), wie auch durch die empirische Dokumentation von alterfor gezeigt werden konnte. Ein Umdenken von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in ihrer Anreizstruktur für Mitarbeiter_innen und stärkere finanzielle Anreize durch Fördermittelgeber wären notwendig, um diesem strukturellen Problem zu begegnen. Beispielsweise wäre es eine Möglichkeit im Rahmen von kumulativen Promotionen neben wissenschaftlichen Publikationen auch eine Publikation vorzuschreiben, die sich gezielt an Praktiker richtet und Forschungsergebnisse zielgruppengerecht aufbereitet. Durch entsprechende Angebote in Promotionsstudiengängen könnte bereits in einer frühen Phase der wissenschaftlichen Ausbildung die Kompetenz von Wissenschaftler_innen in der zielgruppengerechten Kommunikation für nicht-wissenschaftliche Adressaten gestärkt werden.

Um die Praxiswirkung von Forschung zu erhöhen, ist es notwendig, mehr Zeit und Ressourcen in Wissenstransfer zu investieren (Kleine, 2009; Kruse et al., 2015). Eine Umgestaltung der institutionellen Strukturen des Wissenschaftssystems ist aufgrund der genannten Faktoren notwendig, um die Praxiswirkung von forstlicher Forschung zu steigern (Schneidewind, 2010). Diese strukturellen Veränderungen sind sowohl für Wissenstransferprozesse auf Basis des RIU-Modells als auch für die Durchführung von transdisziplinären Forschungsprojekten erforderlich. Eine höhere Flexibilität von Fördermittelgebern zugunsten einer optimierten Wissenstransferstrategie wäre hierbei wünschenswert.

(Waldbau)forschung sollte schon bei der Konzeption von Projekten über mögliche Wissenstransferstrategien nachdenken, um eine langfristige Praxiswirkung zu erzielen. Dennoch werden vergleichsweise wenige Forschungsressourcen für die Weiterentwicklung von Wissenstransferkonzepten und deren systematischer Evaluation eingesetzt. Ein Umdenken der Fördermittelgeber ist gefragt, um diesen strukturellen Problemen zu begegnen und damit die Praxiswirkung angewandter Forschungsprojekte zu erhöhen.

6 Schlussfolgerungen

Das von Böcher und Krott (2016) entwickelte RIU-Modell bietet einen innovativen Ansatz, den Wissenstransfer von der forstlichen Forschung in die Politik und Waldbaupraxis zu organisieren. Das RIU-Modell unterscheidet sich in seinen konzeptionellen Annahmen von transdisziplinärer Forschung, die in den letzten Jahren häufig angewendet wurde, um Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Politik

und Praxis zu realisieren. Diese unterschiedlichen konzeptionellen Annahmen haben Auswirkungen auf die praktische Organisation und Durchführung von Forschungsprojekten. Wenn Praxiswirkung erwünscht wird, ist es daher notwendig, bereits in der Konzeption eines Forschungsprojekts eine Wissenstransferstrategie zu entwickeln, um den Forschungsablauf entsprechend zu organisieren. Im Projekt alterfor wird erstmals ein Wissenstransferkonzept auf Basis des RIU-Modells in einem von der europäischen Union geförderten Waldbauprojekt angewendet. Durch die enge Kooperation mit Praxispartnern bei der Integration von Forschungsergebnissen in die Praxis und die Berücksichtigung von deren Interessen in der Entwicklung von innovativen Waldnutzungskonzepten soll die Praxiswirkung des Projekts erhöht werden. Detaillierte Akteursanalysen sind zu Projektbeginn notwendig, um den Wissenstransfer zu organisieren. Hierbei müssen neben den Interessen auch die Machtressourcen der Akteure analysiert werden, um die Akteure zu identifizieren, die einen wesentlichen Beitrag zur Implementierung von innovativen, forschungsbasierten Konzepten leisten können. Ausreichend Zeit und Ressourcen sind für die Durchführung dieser Akteursanalysen und die Etablierung einer Zusammenarbeit mit Praxispartnern einzuplanen. Neue, forschungsbasierte Konzepte müssen Bezüge zu aktuellen Konflikten und Politikprozessen aufweisen, um von der Politik und Praxis aufgegriffen zu werden. Die Identifikation relevanter Konflikte und Politikprozesse, an die angeknüpft werden kann, ist ein wichtiger Baustein des Integrationsprozesses zwischen Wissenschaft und Praxis auf Basis des RIU-Modells. Diverse wissenschaftsstrukturelle Hindernisse (z.B. Vorgaben der Fördermittelgeber, Anreizstrukturen für Wissenschaftler_innen) stehen jedoch einer erfolgreichen Integrationsarbeit entgegen. Strukturelle Änderungen des Wissenschaftssystems sind notwendig, damit angewandte Forschung besser die Erwartung erfüllen kann, einen Nutzen für die Gesellschaft zu erbringen, der über die reine Produktion neuen Wissens hinausgeht, indem Forschung zur Lösung praktischer Probleme beiträgt.

Danksagung

Die diesem Beitrag zugrunde liegenden Arbeiten wurden durch das EU-Projekt „ALTERFOR – Alternative models and robust decision-making for future forest management“ durch das Horizon 2020 Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union unter der Fördernummer 676754 ermöglicht. Die Verantwortung für die im Beitrag dargestellten Informationen liegt ausschließlich bei den Autoren.

Literaturverzeichnis

- Beland Lindahl K, Westholm E (2014) Transdisciplinarity in practice : aims, collaboration and integration in a Swedish research programme. *J Integrative Environ Sci* 11(3-4):155–171
- Bergmann M, Brohmann B, Hoffmann E, Loibl MC, Rehaag R, Schramm E, Voß J-P (2005) Qualitätskriterien transdisziplinärer Forschung : ein Leitfaden

- für die formative Evaluation von Forschungsprojekten [online]. Zu finden in <http://www.iso.de/ftp/evalunet_leitfaden.pdf> [zitiert am 27.03.2018]
- Böcher M (2016) How does science-based policy advice matter in policy making? The RIU model as a framework for analyzing and explaining processes of scientific knowledge transfer. *For Policy Econ* 68:65–72
- Böcher M, Krott M (2014) The RIU model as an analytical framework for scientific knowledge transfer : the case of the “decision support system forest and climate change”. *Biodiversity Conserv* 23:3641–3656
- Böcher M, Krott M (2016) Science makes the world go round : successful scientific knowledge transfer for the environment. Cham : Springer, 207 p
- Brandt P, Ernst A, Gralla F, Luederitz C, Lang DJ, Newig J, Reinert F, Abson DJ, von Wehrden H (2013) A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecol Econ* 92:1–15
- Burger P, Zielhofer W (2007) Einführung: Doing transdisciplinarity : Analyse und Reflexion einer anspruchsvollen Wissenschaftspraxis. *Gaia* 16(1):27–28
- Cooke B, Kothari U (2001) Participation : the new tyranny? London : Zed Books, 207 p
- Dharmawan B, Böcher M, Krott M (2017) Failure of science-based win-win solution in fishery management : learnings from Segara Anakan waters, Central Java, Indonesia. *Ocean Coastal Manage* 141:82–89
- Do Thi H, Krott M, Böcher M (2017) The success of scientific support for biodiversity conservation policy : the case of Ngoc Son Ngo Luong nature reserve in Vietnam. *J Nat Conserv* 38:3–10
- Enengel B, Muhar A, Penker M, Freyer B, Drlik S, Ritter F (2012) Co-production of knowledge in transdisciplinary doctoral theses on landscape development : an analysis of actor roles and knowledge types in different research phases. *Landscape Urban Planning* 105:106–117
- Heim J, Böcher M, Krott M (2016) Alles im Fluss? Bundesweiter Auenschutz in Deutschland aus der Sicht des RIU Modells wissenschaftsbasierter Politikberatung. *Z Umweltpol Umweltrecht* 4:348–377
- Hessels L, van Lente H (2008) Re-thinking new knowledge production : a literature review and a research agenda. *Res Pol* 37(4):740–760
- Kiptoo CC (2017) An ontology and crowd computing model for expert-citizen knowledge transfer in biodiversity management [online]. Zu finden in <<https://repository.up.ac.za/handle/2263/62776>> [zitiert am 27.03.2018]
- Kleine M (2009) Capacity building for effective work at the interface of forest science and forest policy. *Mountain Res Develop* 29(2):114–120
- Klenk NL, Wyatt S (2015) The design and management of multi-stakeholder research networks to maximize knowledge mobilization and innovation opportunities in the forest sector. *For Policy Econ* 61:77–86
- Korf B (2005) Partizipation als Tyrannei? *Gaia* 14(3):224–226
- Krott M (2005) Forest policy analysis. Dordrecht : Springer, 323 p
- Krott M, Suda M (2007) Spuren im Politikfeld hinterlassen. In: Krott M, Suda M (eds) *Macht Wissenschaft Politik? Erfahrungen wissenschaftlicher Beratung im Politikfeld Wald und Umwelt*. Wiesbaden : Springer, pp 7–13
- Krott M, Bader A, Devkota R, Maryudi A, Giessen L, Aurenhammer H (2014) Actor-centred power : the driving force in decentralised community based forest governance. *For Policy Econ* 49:34–42
- Kruse S, Förster R, Fry P, Kläy A, Kueffer C, Moschitz H, Wolf P, Zingerli C (2015) Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis erfolgreich gestalten. *Gaia* 24(4):278–280
- Lang DJ, Wiek A, Bergmann M, Stauffacher M, Martens P, Moll P, Swilling M, Thomas CJ. (2012) Transdisciplinary research in sustainability science : practice, principles, and challenges [online]. Zu finden in <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-011-0149-x>> [zitiert am 27.03.2018]
- Lange H, Fuest V (2015) Optionen zur Stärkung inter- und transdisziplinärer Verbundforschung : Abschlussbericht. Bremen : artec, 244 p
- Mattor K, Betsill M, Huayhuaca C, Huber-Stearns H, Jedd T, Sternlieb F, Bixler P, Luizza M, Cheng AS (2014) Transdisciplinary research on environmental governance : a view from the inside. *Environ Sci Pol* 42:90–100
- Mayring P (2000) Qualitative Inhaltsanalyse [online]. Zu finden in <<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0002204>> [zitiert am 28.03.2018]
- Nagasaka K, Böcher M, Krott M (2016a) Science-policy interaction : the case of the forest and forestry revitalisation plan in Japan. *For Policy Econ* 58:141–151
- Nagasaka K, Böcher M, Krott M (2016b) Are forest researchers only scientists? Case studies on the roles of researchers in Japanese and Swedish forest policy processes. *For Policy Econ* 70:147–154
- Partzsch L (2015) Kein Wandel ohne Macht : Nachhaltigkeitsforschung braucht ein mehrdimensionales Machtverständnis. *Gaia* 24(1):48–56
- Popa F, Guillermin M, Dedeurwaerdere T (2015) A pragmatist approach to transdisciplinarity in sustainability research : from complex systems theory to reflexive science. *Futures* 65:45–56
- Pregernig M (2014) Framings of science-policy interactions and their discursive and institutional effects : examples from conservation and environmental policy. *Biodiversity Conserv* 23:3615–3639
- Prell C, Hubacek K, Reed MS (2006) Using stakeholder and social network analysis to support participatory processes. *Int J Biodiv Sci Manage* 2:1–4
- Reed MS, Stringer LC, Fazey I, Evely AC, Kruijsen JHJ (2014) Five principles for the practice of knowledge exchange in environmental management. *J Environ Manage* 146:337–345
- Roux DJ, Rogers KH, Biggs HC, Ashton PJ, Sergeant A (2006) Bridging the science–management divide : moving from unidirectional knowledge transfer to knowledge interfacing and sharing. *Ecol Society* 11(1):4
- Salomaa A, Paloniemi R, Hujala T, Rantala S, Arponen A, Niemelä J (2016) The use of knowledge in evidence-informed voluntary conservation of Finnish forests. *For Policy Econ* 73:90–98
- Sarewitz D, Pielke R (2007) The neglected heart of science policy : reconciling supply of and demand for science. *Environ Sci Pol* 10:5–16
- Schneidewind U (2010) Ein institutionelles Reformprogramm zur Förderung transdisziplinärer Nachhaltigkeitsforschung. *Gaia* 19(2):122–128
- Spangenberg J (2011) Sustainability science : a review, an analysis and some empirical lessons. *Environ Conservation* 38(3):257–287
- Stevanov M, Böcher M, Krott M, Krajter S, Vuletic D, Orlovic S (2013) The Research, Integration and Utilization (RIU) model as an analytical framework for the professionalization of departmental research organizations : case studies of publicly funded forest research institutes in Serbia and Croatia. *For Policy Econ* 37:20–28
- Toomey AH, Markusson N, Adams E, Brockett B (2015) Inter- and trans-disciplinary research : a critical perspective [online]. Zu finden in <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/612558-Inter-%20and%20Trans-disciplinary%20Research%20-%20A%20Critical%20Perspective.pdf>> [zitiert am 28.03.2018]
- Ugolino F, Massetti L, Sanesi G, Pearlmuter D (2015) Knowledge transfer between stakeholders in the field of urban forestry and green infrastructure : results of a European survey. *Land Use Pol* 49:365–381
- Wiek A (2007) Challenges of transdisciplinarity research as interactive knowledge generation : experiences from transdisciplinary case study research. *Gaia* 16(1):52–57
- Winkel G, Jump A (2014) Perspectives on forest conservation : building evidence at the frontier between policy and conservation science. *Biodiversity Conserv* 23:3359–3372
- Zscheischler J, Rogga S (2015) Transdisciplinarity in land use science : a review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures* 65:28–44

Klimarechner zur Quantifizierung der Klimaschutzleistung von Forstbetrieben auf Grundlage von Forsteinrichtungsdaten

Maike Schluhe*, Hermann Englert**, René Wördehoff***, Christian Schulz***, Matthias Dieter** und Bernhard Möhring*

Zusammenfassung

Klimaschutz ist eine hochaktuelle Thematik, die in Gesellschaft und Politik fortwährend einen hohen Stellenwert einnimmt. Durch die Fähigkeit von Bäumen, der Atmosphäre Kohlendioxid zu entziehen und in Form von Kohlenstoff in der Biomasse zu binden, können Wälder einen großen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Ein Teil des Kohlenstoffs bleibt auch mit der Verwendung des Holzes in den Holzprodukten gebunden, die darüber hinaus positive Substitutionseffekte bewirken können. Die Klimaschutzleistung von Wäldern und Holznutzung wurde in zahlreichen Studien erforscht. Allerdings fehlt bisher ein robustes und leicht nachvollziehbares Kalkulationstool für den einzelnen Forstbetrieb. Ein solches wird in diesem Artikel vorgestellt.

Das Tool schätzt die Klimaschutzleistungen von Forstbetrieben und der nachgelagerten Holzverwendung. Die Datengrundlage bilden die Hauptergebnisse der Forsteinrichtung (Baumart, Holzbodenfläche, Holzvorräte, Zuwachs und geplante Nutzung), wodurch das Konzept kohärent zur mittelfristigen Planung ist. Die Berechnungen umfassen die Änderung des Waldspeichers und des Holzproduktespeichers sowie die durch Holznutzung resultierende Substitution. Die Ergebnisse können als durchschnittliche, jährliche forstbetriebliche Klimaschutzleistung im Forsteinrichtungszeitraum interpretiert werden. Der Klimarechner ermöglicht es, die Kohlenstoffvorräte in der lebenden oberirdischen Derbholz-Baumbiomasse sowie die Kohlenstoffsenken und -quellen eines Forstbetriebes zu identifizieren, die Effekte der geplanten Bewirtschaftung zu quantifizieren und auf dieser Basis die Klimaschutzleistung vereinfachend zu kommunizieren.

Schlüsselwörter: Klimaschutz, Wald, Holznutzung, Kohlenstoffspeicher, Substitution, Forstbetrieb

Abstract

Climate calculator for quantifying climate effects of forest enterprises based on data from forest management plans

Climate protection is a highly topical subject, which is of great importance in society and politics. Due to the ability of trees to extract carbon dioxide from the atmosphere and to sequester it as carbon in the biomass, forests can make a major contribution to protect the climate. The carbon remains sequestered after harvest in wood products, which additionally causes positive substitution effects. Climate effects of forests and the use of wood are investigated in numerous studies. Nevertheless, so far, a robust and comprehensible calculation tool for forest enterprises is missing. Such a tool is described in this article.

The tool estimates the climate effect of forest enterprises and the downstream use of wood. The data basis are the main results of the forest management plan (tree species, timberland, standing volume, growth and planned harvest), whereby the concept is coherent to the medium-term planning. The calculations include the carbon storage change of forest and wood products as well as the resulting substitution from the use of wood. The results may be interpreted as average annual climate effect of the period of the forest management plan. The climate calculator enable to identify carbon storages in the living aboveground coarse wood, carbon sinks and carbon sources of the forest enterprise, to quantify the effect of the planned management and to communicate the climate protection.

Keywords: climate protection, forest, use of wood, carbon sequestration, substitution, forest enterprise

* Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Abteilung Forstökonomie, Büsgenweg 3, 37077 Göttingen

** Johann-Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie, Leuschnerstraße 91, 21031 Hamburg

*** Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstr. 2, 37079 Göttingen

Kontakt: maike.schluhe@uni-goettingen.de

1 Einleitung

Klimaschutz ist nach wie vor ein hochrangiges Ziel sowohl nationaler als auch internationaler Politik. Für Deutschland sind die Klimaschutzziele der Bundesregierung im Klimaschutzplan 2050 (BMUB, 2016) niedergelegt. Damit sollen die Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zu 1990 um 80 % bis 95 % vermindert werden. Für die Erreichung dieses ehrgeizigen Zieles sind Maßnahmen in allen volkswirtschaftlichen Sektoren erforderlich. Auch für die Forstwirtschaft werden Maßnahmen genannt. Sie liegen insbesondere im Bereich der Erhaltung und nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder.

Nach dem Gutachten „Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung“ der beiden wissenschaftlichen Beiräte für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlicher Verbraucherschutz sowie für Waldpolitik des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) weist die nachhaltige Nutzung des Waldes einschließlich der Erhöhung des Anteils produktiver Nadelbäume in der Verjüngung den höchsten und effizientesten Beitrag zur Klimaschutzleistung des gesamten betrachteten Bereiches aus (Weingarten et al., 2016). Unter anderem gehört auch eine vermehrte stoffliche Nutzung von Holz in langlebigen Produkten zu den effektiven Klimaschutzmaßnahmen.

Die klimapolitischen Vorteile nachhaltiger Waldbewirtschaftung und Holznutzung sind damit belegt und werden zunehmend gesellschaftlich akzeptiert. Für Deutschland insgesamt sind sie auch in deren Wirkung in verschiedenen Studien quantifiziert (Dieter und Elsasser, 2002; Köhl et al., 2010; Oehmichen et al., 2011; Rüter et al., 2011; Weingarten et al., 2016; Bösch et al., 2017; Rüter et al., 2017; Schweinle et al., 2018). Wesentlich lückenhafter ist die Lage jedoch im Bereich der Quantifizierung der Klimaschutzleistung einzelner Forstbetriebe. Die Forstbetriebe als klimaschutzrelevante Akteure kennen vielfach nicht den eigenen Beitrag zum Klimaschutz, da die betrieblichen Informationssysteme in der Regel vorrangig auf die Erfassung und Dokumentation der verkaufsrelevanten Volumeneinheiten [m³] ausgerichtet sind. Der im vorliegenden Artikel beschriebene Klimarechner soll diese Lücke verkleinern helfen. Mit ihm wird ein Instrument vorgestellt, das es Forstbetrieben erlaubt, ihre spezifische Klimaschutzleistung in CO₂-Äquivalenten abzuschätzen. Der Klimarechner dient damit der Quantifizierung der kurz- bis mittelfristigen Klimaschutzleistung einzelner Forstbetriebe auf der Basis der in Forstbetrieben in der Regel vorhandenen Hauptergebnisse der Forsteinrichtung. Er soll nachvollziehbare Strukturen schaffen und die Kohärenz mit den Ergebnissen zur bundesweiten Treibhausgasberichterstattung sicherstellen. Der Klimarechner dient damit vorrangig der Information der Forstbetriebe selbst, dürfte aber auch ein wichtiges Hilfsmittel für die einzelbetriebliche Kommunikation mit der Öffentlichkeit darstellen. Als Grundlage für eine Entlohnung der forstbetrieblichen Klimaschutzleistung ist das Kalkulationstool allerdings nicht gedacht.

2 Stand des Wissens zur Quantifizierung der Klimaschutzleistung von Wäldern in Deutschland

Im Zuge der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (engl. UNFCCC für United Nations Framework Convention on Climate Change) hat sich Deutschland als Vertragsstaat dazu verpflichtet, regelmäßig Inventare zur nationalen Treibhausgasemission aufzustellen. Dieser Bericht wird jedes Jahr in Form der „Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll“ vom Umweltbundesamt veröffentlicht (UBA, 2017). Darin werden neben den Anforderungen der Klimarahmenkonvention im zweiten Teil des Berichts auch die Anforderungen des Kyoto-Protokolls erfüllt. Mit dem nationalen Inventarbericht (engl.: National Inventory Report, kurz NIR) gemäß Klimarahmenkonvention werden Inventartabellen (Berichtstabellen im Common Reporting Format, kurz CRF) publiziert. Der nationale Inventarbericht und die CRF-Tabellen orientieren sich an den UNFCCC Richtlinien zur Berichterstattung über jährliche Inventare, der IPCC Good Practice Guidance und IPCC Good Practice Guidance For Land Use, Land Use Change and Forestry (UBA, 2017).

Nach den Vorgaben des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) werden bei der Landnutzungskategorie Wald die Kohlenstoffspeicher lebende ober- und unterirdische Baumbiomasse, Totholz, Streu und mineralische und organische Böden berücksichtigt. Zudem wird seit 2016 auch den Kohlenstoffspeicher in Holzprodukten berichtet. Die aus Holznutzung resultierenden energetischen und stofflichen Substitutionseffekte werden in der Treibhausgasberichterstattung allerdings nicht ausgewiesen und dem Sektor Forst und Holz zugerechnet, sondern aufgrund des implementierten Sektorenansatzes dem Energie- und Industriesektor gutgeschrieben. Kausal werden sie jedoch durch die Verwendung von Holzprodukten verursacht. Bei der Berichterstattung sind nicht die jeweiligen Kohlenstoffvorräte, sondern deren jährliche Veränderungen entscheidend.

Basierend auf den Auswertungen von Wellbrock et al. (2014) waren im Jahr 2012 in den Wäldern Deutschlands etwa 7.403 Mio. t CO₂-Äquivalente (2.019 Mio. t C) gespeichert, was je Hektar 664 t CO₂-Äquivalenten entspricht (BMEL, 2016). Rund 57 % entfallen dabei auf die ober- und unterirdische Baumbiomasse, 42 % auf den Boden und die Streu, sowie etwa 1 % auf das Totholz. Seit dem Beginn der Treibhausgasberichterstattung wirkt der deutsche Wald als eine Kohlenstoffsénke: durch den jährlichen Zuwachs wird mehr Kohlenstoff in der Holzmasse gebunden als durch die Holznutzung aus dem System Wald entnommen bzw. anderweitig freigesetzt wird (Wellbrock et al., 2014). Nach Weingarten et al. (2016) (s. a. UBA, 2016) werden basierend auf Daten der Treibhausgasberichterstattung jährlich 58 Mio. t CO₂-Äquivalente (abzüglich Nutzung bzw. Freisetzung) im Wald eingebunden. Unter Einbezug der nachgelagerten Holzverwendung wird die Gesamtemission Deutschlands um etwa 14 % (bezogen auf das Jahr 2014) vermindert,

wobei die insgesamt 127 Mio. t CO₂-Äquivalente zu 46 % (58 Mio. t CO₂-Äquivalente) aus der Erhöhung des Waldspeichers, zu 2 % (3 Mio. t CO₂-Äquivalente) aus der Erhöhung des Holzproduktespeichers sowie zu 24 % (30 Mio. t CO₂-Äquivalente) aus stofflichen und zu 28 % (36 Mio. t CO₂-Äquivalente) aus energetischen Substitutionseffekten resultieren (Weingarten et al., 2016).

Seit dem Erscheinen der Arbeit von Burschel et al. im Jahr 1993 wird die Klimaschutzleistung der Forst- und Holzwirtschaft in Deutschland mit unterschiedlicher Intensität diskutiert. Es wurden verschiedenste Studien auf nationaler Ebene (Dieter und Elsasser, 2002; Köhl et al., 2010; Oehmichen et al., 2011; Rüter et al., 2011; Weingarten et al., 2016; Bösch et al., 2017; Rüter et al., 2017; Schweinle et al., 2018), auf Ebene einzelner Bundesländer (Böswald, 1996; Böswald und Wierling, 1997; Pistorius und Zell, 2005; Profft et al., 2009; Klein und Schulz, 2012; Knauf et al., 2013; Knauf, 2015; Wirth et al., 2004; Wördehoff et al., 2017a, 2017b, 2017c), auf regionaler Ebene (Mund et al., 2015) und auf Bestandesebene (Mund et al., 2002; Mund und Schulze, 2006; Fürstenau et al., 2007; Höllerl und Neuner, 2011; Borys et al., 2013; Höllerl und Bork, 2013) mit vielfältigen Fragestellungen durchgeführt.

Beispielsweise für Niedersachsen ermitteln Wördehoff et al. (2017a) einen in CO₂-Äquivalente umgerechneten durchschnittlichen Vorrat der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse von 352 t CO₂-Äquivalenten je Hektar. In Schleswig-Holstein bzw. Sachsen-Anhalt belaufen sich die korrespondierenden Werte auf 392 t CO₂-Äquivalente bzw. 326 t CO₂-Äquivalente je Hektar (Wördehoff et al., 2017b, 2017c). Für Bayern ermitteln Klein und Schulz (2012) wiederum eine in CO₂-Äquivalente umgerechnete lebende ober- und unterirdische Baumbiomasse von etwa 491 t CO₂-Äquivalente je Hektar. Und für Nordrhein-Westfalen ist der Arbeit von Knauf et al. (2013) ein in CO₂-Äquivalente umgerechneter durchschnittlicher Kohlenstoffvorrat der lebenden oberirdischen Baumbiomasse von etwa 469 t CO₂-Äquivalente je Hektar zu entnehmen.

Knauf et al. (2016) beschreiben bspw. die Klimaschutzleistung eines 1.570 Hektar großen Forstbetriebes im Zeitraum 2015 bis 2100 in Nordrhein-Westfalen anhand von zwei langfristigen Szenario-Gruppensimulationen (Grund- und Kombinationsszenarien) mit jeweils vier Einzelszenarien. Mithilfe des Softwaretools BEKLIFUH wurden bei den Kombinationsszenarien die durchschnittlichen Werte der Klimaschutzleistung durch Erhöhung des Waldspeichers zwischen 1,44 t CO₂-Äquivalente je Hektar und 3,00 t CO₂-Äquivalente je Hektar und die durchschnittlichen Werte der Klimaschutzleistung durch Erhöhung des Holzproduktespeichers zwischen 1,64 t CO₂-Äquivalente je Hektar und 2,19 t CO₂-Äquivalente je Hektar ermittelt. Mund et al. (2015) ermittelte bspw. für drei Modellregionen in Thüringen (u.a. gekennzeichnet durch unterschiedliche Kundenstrukturen) jährliche Speicherraten des Holzproduktespeichers von umgerechnet 0,6 t CO₂-Äquivalenten je Hektar bzw. 1 t CO₂-Äquivalenten je Hektar (Bezugszeitraum von 50 Jahren). Für das gleiche Bundesland berechnen Profft et al. (2009) für den thüringischen Landeswald eine jährliche Änderungsrate von 3,9 t CO₂-Äquivalenten je Hektar.

Grundsätzlich ermitteln die Studien Ergebnisse in ähnlichen Größenordnungen, allerdings sind die Ergebnisse heterogen. Erwartungsgemäß haben die Ausgangssituation wie Standort, Baumartenzusammensetzung, Altersstruktur und Nutzung bzw. natürliche Störung, aber auch die Kundenstrukturen und die regional unterschiedlichen Verwendungen einen entscheidenden Einfluss. Dies zeigen besonders die Veröffentlichungen von Wördehoff et al. (2017a, 2017b, 2017c) sowie die Studie von Mund et al. (2015), die mithilfe gleicher Modelle verschiedene Bundesländer bzw. Modellregionen untersuchen. Ferner ist auch das betrachtete Objekt (oberirdische Baumbiomasse vs. ober- und unterirdische Baumbiomasse) bzw. grundsätzlich das gewählte Modell für die Berechnung der Klimaschutzleistung entscheidend. Auf diese Problematik weisen Neumann et al. (2016) auch bei der Treibhausgasberichterstattung auf europäischer Ebene hin. Danach führen die unterschiedlichen Biomassefunktionen und Definitionen bei den berechneten Kohlenstoffvorräten der Baumbiomasse zu großen Unterschieden. Neben den verschiedenen Methoden zur Ermittlung der Klimaschutzleistung der Forst- und Holzwirtschaft, stellen die zitierten Studien ferner unterschiedlich hohe Ansprüche an die Datenquellen und deren Qualität. Ein direkter Vergleich der Ergebnisse ist aus diesen Gründen nicht bzw. nur eingeschränkt möglich.

Ähnlich zu dem in diesem Beitrag beschriebenen Modell setzt auch BEKLIFUH (Knauf et al., 2017) auf der lokalen bzw. betrieblichen Ebene an. Zur Abgrenzung der beiden Modelle voneinander wird nun in diesem Kapitel zunächst das Tool BEKLIFUH vorgestellt. Die Methodik des in diesem Beitrag beschriebenen Klimarechners wird im Kapitel 3 beschrieben. Um dem Waldbesitzer die Quantifizierung der Klimaschutzleistung für seine lokalen Gegebenheiten mit einem EDV-gestützten Verfahren zu ermöglichen, wurde das Projekt „Bewertung der Klimaschutzleistungen der Forst- und Holzwirtschaft auf lokaler Ebene“, kurz BEKLIFUH, initiiert. BEKLIFUH wurde im Rahmen des Waldklimafonds gefördert und dient der Quantifizierung der Klimaschutzleistung verschiedener Kohlenstoffspeicher und der Simulation unterschiedlicher Waldbewirtschaftungs- und Holzverwendungsoptionen. Mit diesem Modell können die langfristigen Auswirkungen zukünftiger Wirtschaftsweisen auf die Kohlenstoffspeicher abgebildet und beurteilt werden (Knauf et al., 2017). Das Softwaretool ist als Webanwendung konzipiert und besteht aus einem Wachstums- und einem Holzverwendungsmodell. Als Datengrundlage für die Berechnungsdienenzweibestandes-oderstichprobeninventuren, wobei die Inventurverfahren auch kombiniert werden können, und die zwischen diesen Inventuren angefallenen Nutzungsmengen (Schnellbacher, 2017). Dabei müssen die Ausgangsdaten dem vorgegebenen Format entsprechen, wofür gegebenenfalls einzelne Baumarten vordefinierten Baumartengruppen zugewiesen und aus den originären Daten neue Datensätze zusammengestellt werden müssen. Neben der Zustandsdarstellung der Kohlenstoffvorräte der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse, dem Totholz und dem Holzproduktespeicher (ohne Kaskadennutzung) wird deren Entwicklung mithilfe von vier Grundscenarien

simuliert. Der Simulationszeitraum beginnt im Jahr nach der letzten verfügbaren Holznutzung und muss mindestens bis 2051 bzw. darf maximal bis 2200 gewählt werden. Diese Einschränkung dient der Vermeidung einer extrem kurzen Simulationsdauer (Verhinderung von Fehlinterpretationen, z. B. bei Baumartenwechsel) bzw. einer zu langen Simulationsdauer (Einhaltung der Rechenkapazität) (Mues et al., 2017). Die Waldentwicklung auf Basis korrigierter Ertragstafelverläufe innerhalb des Simulationszeitraumes wird einerseits durch die Spezifikationen der Behandlungsszenarien (Massen-, Speicher-, Wertoptimierung, Nichtnutzung) bestimmt, wobei die Szenarien auch anteilig kombiniert werden können (Teilflächen werden unterschiedlich bewirtschaftet). Andererseits gehen auch baumartenspezifische Risiken durch Feuer oder Sturmereignisse in die Waldentwicklung ein. Die hinterlegten Grundeinstellungen für die Simulation lassen sich im Expertenmodus an die lokalen Verhältnisse weiter anpassen (zugrundeliegende Ertragstafeln, Maximalvorrat, Risiken, Änderung der Zielstärken und Endnutzungszeiträume, Umtriebszeiten). Das Wachstumsmodell stellt die Ausgangsdaten für das Holzverwendungsmodell zur Verfügung. In diesem wird auf Basis der angenommenen Rohholzverwendung und des Stoffstrommodells für Deutschland der Substitutionseffekt der Holznutzung hergeleitet. Das Holzverwendungsmodell kann ebenfalls in Teilbereichen an die lokalen Verhältnisse angepasst werden. Für weitere Informationen zum Wachstums- und Holzverwendungsmodell sei hier auf Mues et al. (2017) verwiesen. Das Softwaretool BEKLIFUH ermöglicht es, auf lokaler bzw. betrieblicher Ebene und zahlenmäßiger Grundlage über die zukünftige optimale Waldbewirtschaftung, auch unter dem Teilaspekt der Klimaschutzleistungen der Forst- und Holzwirtschaft, zu diskutieren (Knauf et al., 2017). Die Anwendung des komplexen Softwaretools BEKLIFUH erfordert eine intensive Auseinandersetzung mit dem Modell (bspw. im Rahmen einer entsprechenden Anwenderschulung) und setzt, wie oben erwähnt, betriebliche Daten von zwei Inventurzeitpunkten und Aufzeichnungen der Holznutzung im Zeitraum zwischen den Inventuren mit gewissen Strukturen voraus. Diese sind allerdings oftmals nicht oder nicht vollständig vorhanden bzw. bedürfen einer Bearbeitung, für die nicht immer Kapazitäten in den Forstbetrieben verfügbar sind. Auch können Änderungen der Grundeinstellungen im Expertenmodus erhebliche Effekte haben und die Interpretation der Simulationsergebnisse bedarf dann einer kritischen Auseinandersetzung mit den Modelleinstellungen.

Die Analyse der vorhandenen Konzepte zeigt, dass bisher ein auf Betriebsdaten wie denen der Forsteinrichtung aufgebautes, leicht verständliches sowie robustes Berechnungsmodell fehlt, um die Klimaschutzleistung einzelner Forstbetriebe im Rahmen der betrieblichen Planung zu ermitteln.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass auch die Modelle der Treibhausgasberichterstattung nicht eins zu eins übernommen werden können. Dies ist unter anderem bedingt durch die Zielsetzung, die Klimaschutzleistung anhand der Hauptergebnisse der Forsteinrichtung abzuschätzen, weswegen keine Einzelbaumdaten, sondern

aggregierte Bestandesdaten in die Berechnung eingehen. Aber auch die Begrenzung auf das in der Forsteinrichtung abgebildete Derbholz weist Unterschiede zur Treibhausgasberichterstattung auf, welche später im Kapitel 4.2 weiter ausgeführt werden. Ferner wird für die Schätzung des Holzproduktespeichers bei der Treibhausgasberichterstattung auf amtliche Produktionsdaten der FAO-Statistik zurückgegriffen (UBA, 2017). Da diese das tatsächliche Produktionsniveau nicht abbildet, werden stattdessen die Modelle basierend auf der physischen Input-Output-Tabelle für Deutschland abgeleitet, im Rahmen derer qualifizierte Schätzungen unternommen wurden (Kapitel 3.5 und 4.2). Schließlich weist die Treibhausgasberichterstattung die Substitution nicht explizit für die Forstwirtschaft aus, weswegen diese anhand eines eigenen Modells abgeschätzt wird (Kapitel 4.2).

3 Methodik

3.1 Konzeptionelles Vorgehen

Die Klimaschutzleistung von Wäldern und Forstwirtschaft beruht zum einen auf der Einbindung und Speicherung von Kohlenstoff. Durch das Waldwachstum wird Kohlenstoffdioxid der Atmosphäre entzogen und in der Biomasse gespeichert. Sterben Bäume oder Teile von Bäumen ab, wird der Kohlenstoff im Rahmen der biologischen Zersetzungsprozesse frei und wieder in Form von Kohlenstoffdioxid an die Atmosphäre abgegeben. Wird Holz geerntet, wird der darin gebundene Kohlenstoff zwar ebenfalls dem System Wald entnommen. Bei stofflicher Nutzung erhöhen die aus dem Holz hergestellten Holzprodukte allerdings den Kohlenstoffspeicher der Holzprodukte so lange, bis sie, möglicherweise nach mehreren Nutzungskaskaden, verbrannt oder anderweitig abgebaut werden.

Die Klimaschutzleistung der Forstwirtschaft beruht zum anderen auch auf der Substitution fossiler Brennstoffe. Fossile Brennstoffe können eingespart werden, wenn Holz anstelle fossiler Rohstoffe zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt wird (energetische Substitution). Zudem kann die stoffliche Verwendung neben der verlängerten Kohlenstoffspeicherung im Holz einen weiteren Beitrag zum Klimaschutz leisten, wenn dadurch in der Herstellung energieintensiv herzustellende Materialien wie Zement oder Aluminium ersetzt und somit Treibhausgasemissionen vermieden werden (stoffliche Substitution).

Vor diesem Hintergrund werden mit dem Klimarechner folgende klimaschutzrelevante Kennzahlen berechnet und den Betrieben zur Verfügung gestellt:

Klimaschutzrelevante Kennzahlen des Waldes

- Bestandsgröße Vorrat (in t CO₂-Äquivalenten)
- Flussgröße (Netto-) Zuwachs (in t CO₂-Äquivalenten)

Klimaschutzleistung durch Forstwirtschaft und Holzverwendung

- Veränderung des Waldspeichers (in t CO₂-Äquivalenten)
- Veränderung des Holzproduktespeichers (in t CO₂-Äquivalenten)
- stoffliche Substitution (in t CO₂)
- energetische Substitution (in t CO₂).

3.2 Eingangsdaten

Da Forstbetriebe in der Regel Informationen über ihre Waldbestände nur für das Derbholz besitzen, werden mit dem Klimarechner auch nur die in CO₂-Äquivalenten gemessenen Vorräte an Derbholz, und somit nur ein Teil der lebenden Baumbiomasse, abgebildet. Die Änderungen der Kohlenstoffspeicher unterirdische Baumbiomasse, Totholz, Streu und mineralische und organische Böden, die nach IPCC (2006) unterschieden werden, sowie auch der Nicht-Derbholzanteil der oberirdischen Baumbiomasse werden daher nicht berücksichtigt.

Die Eingangsdaten können in der Regel aus den Hauptergebnissen der Forsteinrichtung des Forstbetriebes entnommen werden. Der durchgängige Bezug zu den Daten der Forsteinrichtung hat den Vorteil, dass die Klimaschutzleistung als betrieblich geplanter Mittelwert für den zehnjährigen Forsteinrichtungszeitraum berechnet wird. Dies ist den langen Entwicklungszeiten eines Waldes angemessen, und jährliche Schwankungen innerhalb des Planungszeitraumes z.B. durch Kalamitäten und Einschlagszurückhaltung oder -vorgriffe müssen nicht einzeln bestimmt und ausgeglichen werden. Ein Nachteil des Bezuges zur Forsteinrichtung ist, dass die Ermittlung der Klimaschutzleistung auch nur für maximal den Planungszeitraum, in der Regel 10 Jahre, erfolgen kann. Hinzu kommt, dass insbesondere im Privatwald aus steuerlichen Gründen das nachhaltige Nutzungspotenzial eher unterschätzt wird, was die Klimaschutzleistung potenziell unterschätzt.

Die Daten sind vom Benutzer getrennt nach Baumartengruppen und Altersklassen in das MS Excel-Kalkulationstool einzugeben. Je nach Bundesland variiert die Einteilung der Baumartengruppen in den Richtlinien zur Forsteinrichtung. Die hier verwendete Einteilung in acht Baumartengruppen Buche, Eiche, andere Laubhölzer mit hoher Umtriebszeit (ALh), andere Laubhölzer mit niedriger Umtriebszeit (ALn), Fichte, Douglasie, Kiefer und Lärche findet bspw. Anwendung in der Forsteinrichtung der Niedersächsischen Landesforsten (2012). Die Einteilung wird auch in anderen Bundesländern verwendet, allerdings unterscheidet sich zum Teil die Zuordnung der einzelnen Baumarten zu den Baumartengruppen oder die Baumartengruppen sind weiter untergliedert, können aber zusammengerechnet werden (HessenForst, 2004; Landesforsten Rheinland-Pfalz, 2009). Auch die Einteilung in Altersklassen orientiert sich an dem in Forsteinrichtungen üblichen Zeitraum von 20 Jahren. Sie reichen von Altersklasse I (1 – 20 Jahre) bis zu Altersklasse IX (> 160 Jahre). Schließlich werden für die Kalkulation die folgenden Daten benötigt:

- **Holzboden:** Die Holzbodenfläche geht in Hektar ein und berücksichtigt auch die den jeweiligen Baumartengruppen zugeordneten Blößen.
- **Vorrat Derbholz:** Der Vorrat bezieht sich auf das Derbholzvolumen und geht in Vorratsfestmetern in das Kalkulationstool ein. Eine etwaige Umrechnung von Erntefestmetern kann mit dem Faktor 1,25 (1/0,8) vorgenommen werden.
- **Jährlicher (Netto-) Zuwachs Derbholz:** Der jährliche Zuwachs des Derbholzes in Vorratsfestmetern geht als durchschnittlicher Wert der zehnjährigen Periode für die entsprechende Holzbodenfläche ein.

- **Jährlich geplante Nutzung:** Das geplante Nutzungsvolumen (als Summe von Vor- und Endnutzung) geht als durchschnittlicher, jährlicher Wert in die Berechnungen ein. Die Eingabe erfolgt in Erntefestmetern und kann bei Bedarf mit dem Faktor 0,8 von Vorratsfestmetern in Erntefestmeter umgerechnet werden.
- **Mittlerer BHD:** Die mittleren BHD der Baumartengruppen und Altersklassen sind auf der Basis der Daten der dritten Bundeswaldinventur (kurz BWI 2012) voreingestellt. Sollten betriebsspezifische Durchmesser-Daten bspw. auf Basis einer Betriebsinventur vorliegen, so können auch sie verwendet werden.

3.3 Berechnung der CO₂-Äquivalente

Im ersten Schritt wird das Volumen des Vorrats, des Zuwachses und der geplanten Nutzungen in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Dazu wird zunächst mithilfe der in der Literatur vorhandenen Raumdichten (Knigge und Schulz, 1966; Pretzsch, 2009) die Masse des Holzes kalkuliert. Die verwendeten Raumdichten für die Baumartengruppen sind in Tabelle 1 abgebildet. Da die Kohlenstoffkonzentration zwischen den Baumarten nur marginal variiert, wird ein durchschnittlicher Kohlenstoffgehalt von 50 % an der jeweiligen Masse angenommen (Burschel et al., 1993; Pretzsch, 2009; Wördehoff, 2016; UBA, 2017). Für die anschließende Umrechnung des Kohlenstoffs in Kohlenstoffdioxid wird der sich aus dem Verhältnis des Mol-Gewichts von Kohlenstoff (12 g/mol) zu Kohlenstoffdioxid (44 g/mol) ergebende Faktor von 3,67 verwendet (vgl. Wördehoff et al., 2011; Wördehoff, 2016).

Tabelle 1

Raumdichten nach Knigge und Schulz (1966) und Pretzsch (2009)

Baumartengruppen	Raumdichte [t/m ³]
ALh (Ahorn, Esche, Ulme)	0,5473
ALn (Erle, Pappel, Weide)	0,4556
Buche	0,5543
Douglasie	0,4124
Eiche	0,5611
Fichte	0,3771
Kiefer	0,4307
Lärche	0,4873

3.4 Waldmodell

Der Waldspeicher umfasst die in dem oberirdischen Derbholzvolumen gebundenen CO₂-Äquivalente. Entscheidend für die Berechnung der Klimaschutzleistung ist die Änderungen des Waldspeichers. Diese wird gemäß der Flussmethode ermittelt. Aus der Forsteinrichtung werden hierzu der meist aus Ertragstafeln abgeleitete Zuwachs sowie die Höhe der planmäßigen Nutzungen entnommen und voneinander subtrahiert. Liegt der Zuwachs höher als die geplante Nutzung, so ergibt sich eine „jährliche Nettoerhöhung“ und

damit ein Speicheraufbau. Eine negative „Erhöhung“ ist folglich ein Speicherabbau.

3.5 Holznutzungs- und Substitutionsmodell

Während Forstbetriebe in der Regel gute Kenntnisse über ihre Waldbestände haben, ist das Wissen über die weitere Verwendung des von ihnen produzierten Holzes naturgemäß eher gering, denn auch die Angaben zur Sortierung lassen häufig nicht auf die tatsächliche Verwendung des Holzes schließen. So weist die amtliche Einschlagsstatistik für das Jahr 2015 (StBA, 2015) für Laubholz einen Stammholzeinschlag in Höhe von 3,4 Mio. m³ aus. Von der Sägeindustrie, der Furnier- und Sperrholzindustrie sowie den Holzkohleerzeugern wurden jedoch nur 2,8 Mio. m³ Laubholz eingesetzt (Thünen-Institut, 2018g). Ähnlich sieht es beim Laub-Industrieholz aus. Hier stehen 3,8 Mio. m³ aus der amtlichen Einschlagsstatistik 2,9 Mio. m³ auf der Verwendungsseite (Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie, Pellethersteller) gegenüber.

Für die Abschätzung der aus der Holzverwendung resultierenden Veränderung des Holzproduktespeichers sowie der stofflichen und der energetischen Substitution, die mit jedem Holzeinschlag im Forstbetrieb verbunden sind, mussten daher pauschale Ansätze gewählt werden. Sie basieren auf der Grundidee, Verhältnisse von Aufkommen und Verwendung von Holz in Deutschland zu ermitteln und diese auf den Einschlag einzelner Betriebe zu übertragen. Aufkommen und Verwendung werden dabei nach den Kategorien stofflich und nicht-stofflich getrennt. Die Verwendung wird zudem nach den Hauptverwendungskategorien mittel- und langlebiger Produkte aus Holz untergliedert, das sind insbesondere das Bauwesen, die Möbelindustrie und die sonstigen Holzverarbeitenden Industrien. Das im Folgenden

dezidiert beschriebene Vorgehen wird in Abbildung 1 für Laubholz und in Abbildung 2 für Nadelholz vereinfacht dargestellt. Die Flussdiagramme zeigen die im Modell berücksichtigten Stoffflüsse vom Einschlag bis zur Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers.

Schätzung der stofflichen und nicht-stofflichen Verwendung

Mit dem Einschlag des Holzes verlassen die CO₂-Äquivalente, die im Holz gespeichert sind, den Waldspeicher und gehen zumindest teilweise in den Holzproduktespeicher über. Üblicherweise werden die Erntemengen aus Sicht der Rohholzvermarktung in drei Sortimenten eingeteilt. Nach der Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR) sind dies Stamm-, Industrie- und Energieholz (DFWR/DHWR, 2015). Aus Vereinfachungsgründen wird hier die stoffliche und nicht-stoffliche Verwendung mit einem pauschalen, auf deutschlandweiten Durchschnittswerten basierenden Modell abgeschätzt. Für Deutschland werden Durchschnittswerte in der Holzmarktbilanz Forst und Holz 2016 (HMI, 2016) und im Holzmarktbericht des BMEL (2017) zusammengefasst dargestellt. Allerdings werden diese Werte nicht nach den Altersklassen oder mittleren Brusthöhendurchmessern (BHD) differenziert. Für die BHD-abhängige Verteilung der Sorten wird in einem ersten Schritt auf die hessischen Bestandessortentafeln von Offer und Staupendahl (2018) zurückgegriffen, die mithilfe des Kalkulationsprogramms HOLZERnte 7.1 erstellt wurden. In diesen Bestandessortentafeln wird das Holzvolumen in Abhängigkeit des mittleren BHD nach forstüblichen Sorten, Stärke- und Güteklassen getrennt ausgewiesen (Offer und Staupendahl, 2009). Aus den Tabellen werden die Stamm-, Industrie- und Energieholzanteile in Abhängigkeit des

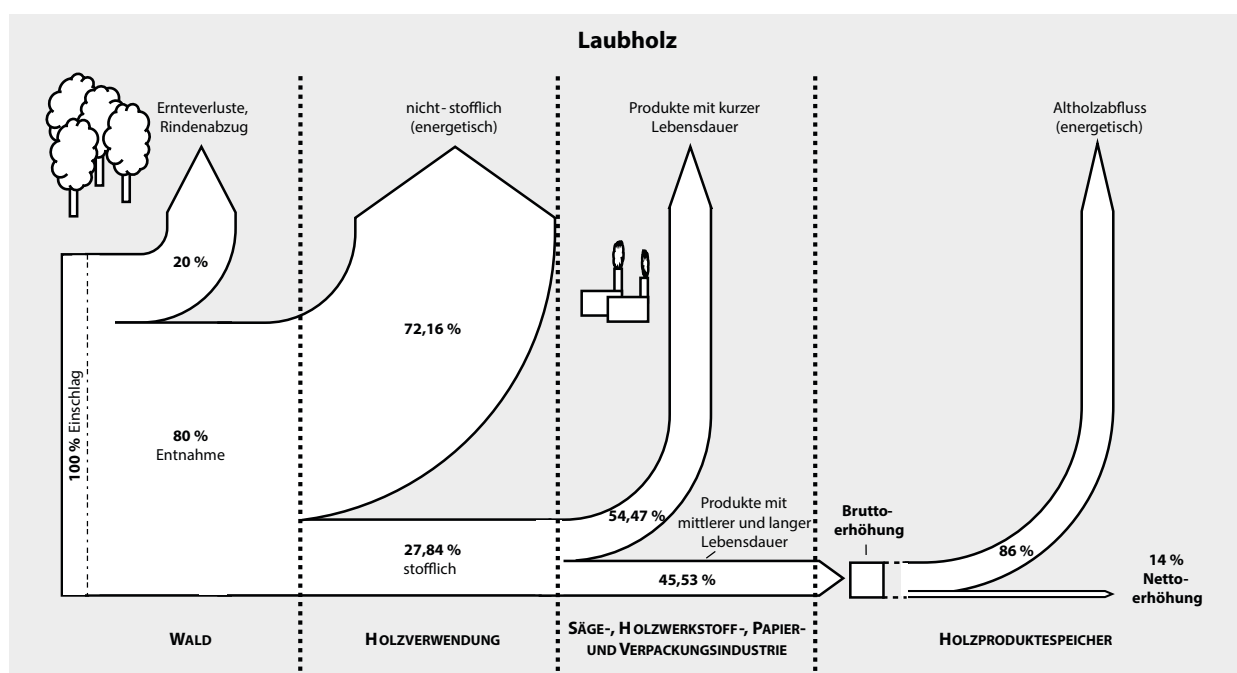


Abbildung 1

Im Modell berücksichtigte Stoffflüsse vom Laubholzeinschlag (100%) bis zur Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers

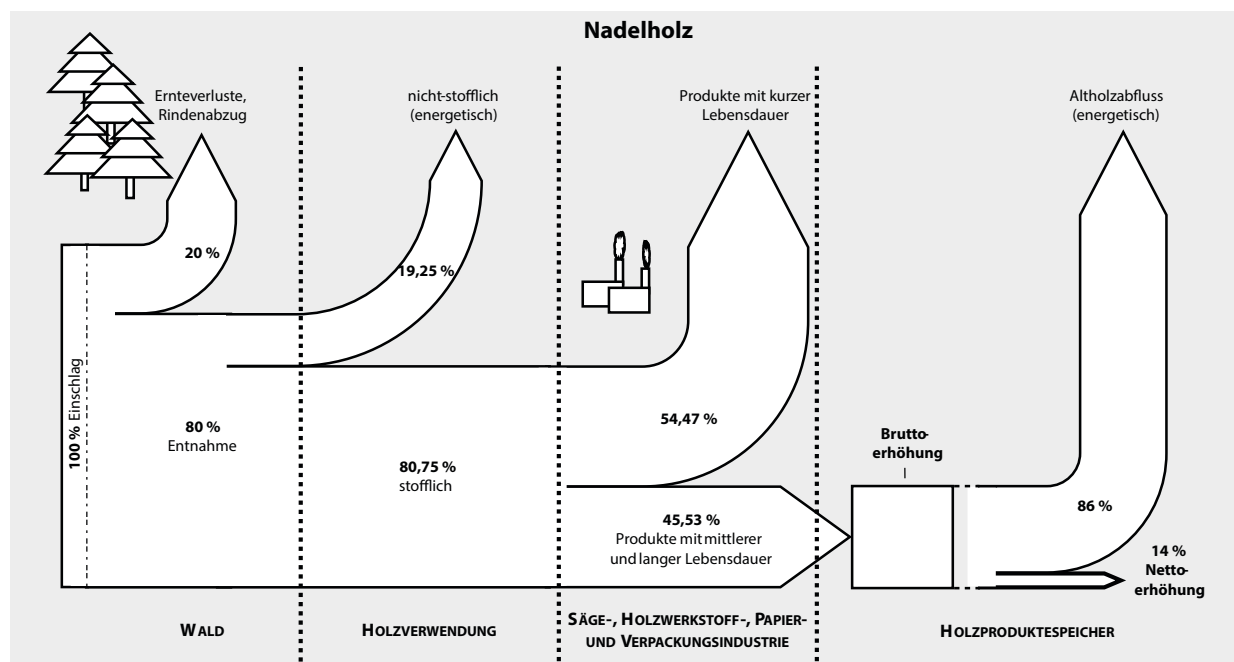


Abbildung 2

Im Modell berücksichtigte Stoffflüsse vom Nadelholzeinschlag (100 %) bis zur Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers

mittleren BHD für die Baumartengruppen entnommen. Für die Gruppe ALh werden die Daten für Esche genutzt, für ALn die Daten von Erle und Birke. Es werden vereinfachend die Bestandessortentafeln für Bestände ohne Schälschaden und Wertklasse 2 ausgewählt. Bei Laubholzarten wird von einer motormanuellen Ernte ausgegangen, bei Nadelholzarten von einer hochmechanisierten. Nicht verkaufte und nicht verwertetes Holz bleibt unberücksichtigt.

Im Vergleich zur tatsächlichen Holzverwendung nach der Einschlagsrückrechnung des Thünen-Institutes (2018g) (ausgewertet nach Jochem et al. (2015)), ist der Energieholzanteil nach der forstüblichen Sortierung entsprechend der Bestandessortentafeln deutlich geringer. Dies ist durch eine unterschiedliche Kategorisierung zu begründen. In der Einschlagsrückrechnung wird das eingeschlagene Holz in die Verwendungsbereiche stoffliche und energetische Verwendung eingeteilt. Das von Offer und Staupendahl (2018) ausgewiesene Industrieholz kann nicht alleine dem stofflich genutzten Verwendungsbereich zugeordnet werden, da Holz später nicht zwingend so verwendet wird, wie es im Forstbetrieb ausgehalten wurde. Industrieholz wird vielfach nur energetisch genutzt und auch Stammholz kann, insbesondere wenn es bspw. durch längere Lagerung entwertet ist, zu gewissen Anteilen als Industrie- oder Energieholz verwendet werden. Hinzu kommt, dass der Holzeinschlag im kleineren Privatwald und bei verstreutem Hiebsanfall vielfach nur als Industrieholz oder energetisch genutzt wird, selbst wenn höherwertige Holzverwendungen möglich wären.

Da sich die im Folgenden hergeleiteten Faktoren der Holznutzungs- und Substitutionsmodelle auf die tatsächliche Holzverwendung beziehen und nicht auf die üblicherweise von Forstbetrieben durchgeführte Sortierung in Stamm-, Industrie- und Energieholz, werden die Daten der

Bestandessortentafeln an die tatsächliche Holzverwendung angepasst. Die Verwendung wird in stofflich und nicht-stofflich eingeteilt. Dafür wurde zunächst die nichtlineare Sigmoidfunktion nach Richards (1959) an die BHD-abhängigen Stammholzanteile der verschiedenen Baumartengruppen gefittet (Fischer und Schönfelder, 2016). Die verwendete Funktion lautet wie folgt:

$$y = A * (1 + B * e^{(-k * x)})^{-\frac{1}{M}}$$

Dabei steht y für den Stammholzanteil, x ist der mittlere BHD der Altersklasse und A , B , k sowie M sind Koeffizienten. Der Koeffizient A kann unmittelbar interpretiert werden, er gibt den Wert an, den die Funktion anstrebt und ist daher als Sättigungsparameter zu deuten.

Berechnet nach den Ergebnissen der Einschlagsrückrechnung des Thünen-Institutes (2018g) wurden zwischen den Jahren 2010 und 2014 im Durchschnitt 27,84 % des eingeschlagenen Laubholzes einer stofflichen Verwendung zugeführt, 72,16 % wurden nicht-stofflich genutzt. Beim Nadelholz wurden 80,75 % stofflich und 19,25 % nicht-stofflich genutzt. Bei der Berechnung der stofflichen Rohholzverwendung werden die Bereiche Sägeindustrie, Holzwerkstoffindustrie, Furnierwerke (inklusive Sperrholzwerke), Holz- und Zellstoffindustrie, Hersteller von Pellets und Briketts, Holzkohle sowie sonstige Verarbeiter von Rohholz einbezogen, bei der energetischen Rohholzverwendung waren dies Privathaushalte und die Biomasseanlagen. Der Außenhandel sowie die Lagerbestandsveränderungen sind in der summarischen Betrachtung marginal und bleiben unberücksichtigt. Da es sich dabei lediglich um ein summarisches Ergebnis handelt und keine dimensionsabhängigen Werte vorhanden sind, werden die Einschlagsdaten der BWI 2012 zur Hilfe

genommen. Die Funktionen werden auf die nach ihrem BHD differenzierten Nutzungsmengen angewendet, die im Zeitraum von 2002 bis 2012 angefallen sind. Getrennt nach Laubholz und Nadelholz wird der Sättigungsparameter A angepasst, sodass die Summen, die sich aus den Daten der BWI 2012 ergeben, den summarischen Ergebnissen der Einschlagsrückrechnung des Thünen-Institutes (2018g) entsprechen. Bei den Funktionen für die Laubholzarten wurde durch diese rechnerische Anpassung jeweils 0,3254 vom Parameter A subtrahiert. In den Funktionen für das Nadelholz blieb der Parameter A nahezu unverändert (+ 0,0064). Der angepasste Parameter wird im Folgenden als A^* bezeichnet. Durch Anpassung von Parameter A zu A^* schätzt die Funktion nun den Anteil an der stofflichen Holzverwendung ab, der nachfolgend als y^* bezeichnet wird:

$$y^* = A^* * (1 + B * e^{(-k * x)})^{-\frac{1}{M}}.$$

In Tabelle 2 werden die berechneten Parameter der Funktionen für die Baumartengruppen dargestellt. Mithilfe der angepassten Funktionen wird nun in Abhängigkeit des Durchmessers und somit getrennt für jede Altersklasse der vom Einschlag stofflich verwendete Anteil berechnet. Es wird unterstellt, dass der Rest des Einschlags nicht-stofflich verwendet wird. Der Verlauf der Funktionen in Abhängigkeit zum mittleren BHD ist in Abbildung 3 dargestellt.

Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten

Nur ein Teil des zur stofflichen Nutzung eingeschlagenen Holzes wird am Ende des Verarbeitungsprozesses den Bestand an Produkten mit mittlerer und langer Lebensdauer (i. e. länger als 3 Jahre) erhöhen. Der Zufluss zu diesem Produktbestand wird im Folgenden als Bruttoerhöhung und der Saldo aus Zu- und Abfluss als Nettoerhöhung bezeichnet. Analog zum Waldspeicher wird auch hier vereinfachend von „Erhöhung“ gesprochen. Deutschland verzeichnet im Rahmen der jährlichen Treibhausgasberichterstattung bisher eine Erhöhung des Holzproduktespeichers. Die Nettoerhöhung entspricht der Veränderung des Holzproduktespeichers als Teil der Klimaschutzleistung von Forst und Holz.

Die Bruttoerhöhung ist die Basis für die Berechnung der stofflichen Substitution.

Bisher gibt es keine empirischen Untersuchungen, die den Holzfluss vom Wald in Deutschland bis in die verschiedenen Endverwendungsbereiche klar nachvollziehbar aufzeigen. Wesentliche Ursache dafür dürften die zahlreichen und unterschiedlichen Holzverwendungen, die starke Einbindung in den internationalen Handel sowie die Verflechtung des gesamten Clusters sein. Insbesondere das Aufkommen und die Verwendung von Altholz sowie Nebenprodukten und Industriestholz erschweren eine direkte Zuordnung von Holzwerkstoffverwendung zum Waldholzaufkommen ganz erheblich. Es werden daher auf Grundlage summarischer Darstellungen von Aufkommen und Verwendung von Holz die Anteile von Brutto- und Nettoerhöhung des Bestandes an Holzprodukten am stofflich genutzten Einschlag, das heißt Stamm- und Industrieholz, abgeschätzt und damit die benötigten Faktoren abgeleitet.

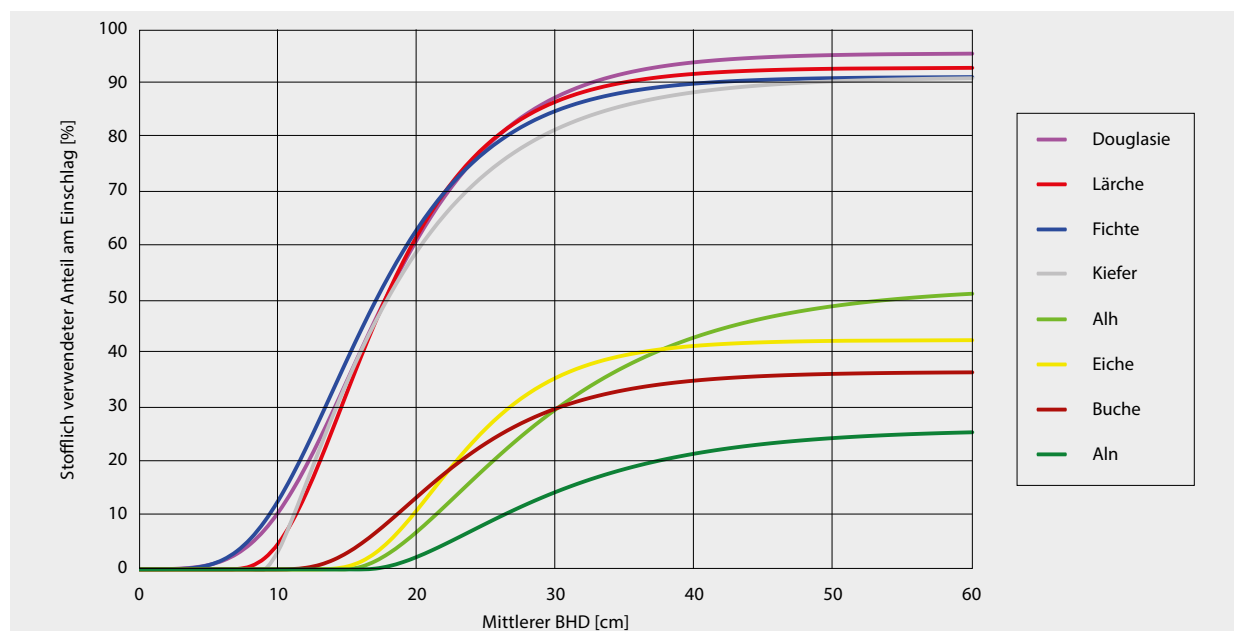
Die zentrale Quelle für diese Abschätzung ist die physische Input-Output-Tabelle von Bösch et al. (2015). Sie bietet eine konsistente Darstellung von Aufkommen und Verwendung von Holz einschließlich der sektoralen Verflechtungen für Deutschland für das Jahr 2010. Nach dieser Darstellung beträgt im Jahr 2010 die inländische Verwendung mittel- und langlebiger Holzprodukte 21,483 Mio. Kubikmeter Faseräquivalent [m^3 (f)]. Sie umfassen Möbel aus Holz (30 %), die Produkte des Holzbaus (63 %) sowie sonstige Holzprodukte (7 %). Für die weitere Berechnung wird auf die Berücksichtigung des Außenhandels verzichtet. Dies begründet sich aus der Notwendigkeit eines summarischen Ansatzes, der eine detaillierte Berücksichtigung der Einfuhren und Ausfuhren auf den unterschiedlichen Verarbeitungsstufen ausschließt. Die Vernachlässigung des Außenhandels erscheint für die vorliegende Abschätzung aber auch sachlich vertretbar, da die Nettoeinfuhr über alle Produkte mit 6,6 Mio. m^3 (f) nur etwa 5 % des gesamten inländischen Aufkommens an Holzfasern beträgt. Die Nettoeinfuhr resultiert zudem vor allem aus der Einfuhr von Zellstoff für die Papierherstellung; sie hat somit auch keinen Einfluss auf die hier vorgenommene Untersuchung zur Verwendung von Holz in mittel- und langlebigen Holzprodukten sowie die Substitution.

Tabelle 2

Koeffizienten zur Berechnung der stofflichen Verwendung mit der nichtlinearen Sigmoidfunktion nach Richards (1959) (Anpassung der Daten von Offer und Staupendahl (2018) mit den Daten der dritten Bundeswaldinventur an die summarischen Ergebnisse der Einschlagsrückrechnung des Thünen-Institutes (2018g))

Baumartengruppen	A^*	B	k	M
Eiche	0,42 (+/-0,0002)	-8,42 (+/-0,3106)	0,19 (+/-0,0007)	-0,15 (+/-0,0079)
Buche	0,37 (+/-0,0002)	-3,90 (+/-0,0822)	0,15 (+/-0,0006)	-0,22 (+/-0,0074)
ALh	0,52 (+/-0,0004)	-4,12 (+/-0,0171)	0,10 (+/-0,0003)	-0,45 (+/-0,0055)
ALn	0,26 (+/-0,0016)	-5,28 (+/-0,0986)	0,10 (+/-0,0018)	-0,45 (+/-0,0257)
Fichte	0,91 (+/-0,0002)	-0,41 (+/-0,0865)	0,16 (+/-0,0006)	-0,04 (+/-0,0095)
Kiefer	0,91 (+/-0,0002)	-3,10 (+/-0,0077)	0,12 (+/-0,0003)	-0,68 (+/-0,0048)
Douglasie	0,96 (+/-0,0002)	0,38 (+/-0,1013)	0,16 (+/-0,0005)	0,03 (+/-0,0084)
Lärche	0,93 (+/-0,0002)	-2,63 (+/-0,0485)	0,17 (+/-0,0005)	-0,21 (+/-0,0060)

In Klammern ist der Standardfehler der Parameter angegeben.

**Abbildung 3**

Anteil der stofflichen Verwendung in Abhängigkeit des mittleren BHD getrennt nach Baumartengruppen

Unter Vernachlässigung des Außenhandels beruht die inländische Verwendung mittel- und langlebiger Holzprodukte in Höhe von 21,483 Mio. m³ (f) auf dem Aufkommen von Stamm- und Industrieholz für die Säge- und Holzwerkstoffindustrie sowie dem Aufkommen an Altholz für die stoffliche Nutzung. Ebenfalls nach Bösch et al. (2015) werden 44,917 Mio. m³ (f) Stamm- und Industrieholz von der Säge- und Holzwerkstoffindustrie eingesetzt. Hinzu kommen noch 2,269 Mio. m³ (f) an Altholz gemäß Bösch et al. (2015). Zusammen sind dies 47,186 Mio. m³ (f). Das Aufkommen an stofflich genutztem Stamm- und Industrieholz hat daran einen Anteil von 95,19%. Wird dieser Anteil schlussendlich auf die inländische Verwendung mittel- und langlebiger Holzprodukte in Höhe von 21,483 Mio. m³ (f) angewendet, ergibt sich rein rechnerisch ein Wert von 20,45 Mio. m³ (f). Als Anteil der Bruttoerhöhung des Bestandes an Holzprodukten am stofflich genutzten Einschlag errechnet sich damit ein Wert von 45,53%.

Für die Berechnung der Nettoerhöhung des Bestandes an mittel- und langlebigen Holzprodukten ist die Bruttoerhöhung um die Abflüsse aus dem Bestand in Form von Aufkommen an Altholz zu bereinigen. Nach Bösch et al. (2015) betrug im Jahr 2010 das inländische Aufkommen an Altholz 14,503 Mio. m³ (f). Bereinigt um den stofflich wiederverwerteten Altholzstrom (1 Mio. m³ (f)) beträgt nach dieser Quelle das Verhältnis von effektivem Abfluss (13,5 Mio. m³ (f)) zu Zufluss (20,45 Mio. m³ (f)) 0,66 im Jahr 2010. Das bedeutet, dass der Bestand an Holzprodukten jährlich um rund 34% des Zuflusses wächst.

Dieses Verhältnis erscheint im Vergleich mit den Zahlen im Nationalen Inventarbericht Deutschlands (UBA, 2017) als sehr niedrig. Für das Jahr 2010 errechnet sich dort ein Verhältnis von Abfluss zu Zufluss von 0,86 (Abbildung 5). Im Sinne einer konservativen Schätzung der Erhöhung des

Holzproduktespeichers wird in diesem Fall vom grundsätzlichen Vorgehen der Ableitung der Faktoren aus der Input-Output-Tabelle von Bösch et al. (2015) abgewichen und das Verhältnis von Abfluss zu Zufluss des Holzproduktespeichers aus dem Nationalen Inventarbericht direkt übernommen. Die Bindung des Abflusses an den Zufluss an mittel- und langlebige Holzprodukten kann damit begründet werden, dass ein Großteil der Holzverwendung im Bauwesen in Deutschland derzeit auf Modernisierung entfällt (Jochem et al., 2016). Bei nicht wesentlich veränderten Baustoffpräferenzen der Bauherren dürften bei Modernisierung die Zu- und Abflüsse in der Regel in einem ähnlichen Verhältnis stehen.

Substitution

Durch die Verwendung von Holz als Bau- und Werkstoff können andere, z.T. energieintensiv herzustellende Materialien substituiert und deren höhere Emissionen damit vermieden werden. Die daraus resultierende Klimaschutzleistung wird stoffliche Substitution genannt. Deren umfassende Bestimmung ist im Allgemeinen nur verhältnismäßig grob möglich, da konkrete Substitutionsfaktoren nur für ausgewählte Produkte, meist auch nur Bauprodukte vorliegen. Die korrekte Bestimmung von Substitutionsfaktoren ist jeweils aufwendig; sie erfordert stets eine umfassende Ökobilanzierung der funktionalen Einheiten aus unterschiedlichen Materialien im Vergleich. Die Substitutionsfaktoren unterliegen außerdem auch einer stetigen Veränderung in dem Maße, wie die technischen Prozesse der Produktion und des Recyclings material- und energiesparender werden. Sie müssen damit laufend überprüft und nachberechnet werden. Für das hier vorgestellte Modell werden die aktuellsten verfügbaren Substitutionsfaktoren verwendet, die für die hier vorliegenden Modellanforderungen ausreichend aggregiert sind. Da deren Anwendungszeitraum im Modell maximal der Länge einer Forsteinrichtungsperiode

entspricht, erscheint die Annahme ihrer Konstanz in Anbetracht ihrer Unsicherheiten insgesamt vertretbar. Für zukünftige Modellanpassungen müssen die Substitutionsfaktoren jedoch den dann herrschenden technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen angepasst werden.

Für die vorliegende Untersuchung wird im Anhalt an Knauf et al. (2013) mit einem stofflichen Substitutionsfaktor von 1,5 tC/tC gerechnet. Im Vergleich zu den Ergebnissen einer älteren Metastudie von Sathre und O'Connor (2010b) – sie kommen auf einen Substitutionsfaktor von 2,1 tC/tC – liegt der hier verwendete stoffliche Substitutionsfaktor damit deutlich niedriger. Verglichen mit einer aktuelleren Studie von Rüter et al. aus dem Jahr 2016, befindet sich der materielle Substitutionsfaktor von Knauf et al. (2013) für den Bereich Rohbau im Mittel der dort berechneten Ergebnisse. Dieser wird auf die Produktion mittel- und langlebiger Holzprodukte angewendet. Bei Vernachlässigung des Außenhandels entspricht die Produktion auch der Verwendung. Im Jahr 2010 waren das 21,483 Mio. m³ (f) aus dem Aufkommen von Stamm- und Industrieholz sowie dem Aufkommen an Altholz für die stoffliche Nutzung. Zusätzlich werden auch die Holzprodukte des Verpackungswesens mit dem Substitutionsfaktor von 1,5 tC/tC belegt. Das in der Verpackungsindustrie verwendete Rohholzvolumen wird ebenfalls über die physische Input-Output-Tabelle von Bösch et al. (2015) abgeleitet. Es hat ein Verhältnis von 15,3% zum Einschlag von Stamm- und Industrieholz. Aufgrund ihrer kurzen Lebensdauer werden Verpackungsmittel aus Holz zwar nicht als Zufluss zum Bestand an Holzprodukten gezählt. Mit ihrer Verwendung werden aber trotzdem Emissionen aus der Verarbeitung alternativer Materialien (bspw. Plastikverpackungen) ersetzt.

Wird Holz verbrannt, wird der im Holz gebundene Kohlenstoff zwar wieder freigesetzt und es entstehen CO₂-Emissionen. Es werden damit aber ebenfalls Emissionen aus fossilen Quellen ersetzt. Für diese energetische Substitution wird ein Faktor von 0,67 tC/tC verwendet (Sathre und O'Connor, 2010a; Rüter, 2011; Weingarten et al., 2016). Aufgrund der geringeren Energieeffizienz von Kohlenstoff im Holz im Vergleich zu Gas oder Öl ist der Substitutionsfaktor hier kleiner 1.

Der energetische Substitutionsfaktor wird auf alle Holzvolumina angewandt, die im Laufe eines Jahres nicht-stofflich verwendet werden. Das sind das Rundholz aus dem Wald, das unmittelbar als Brennholz eingesetzt wird sowie das anfallende Industriestockholz (Produkte mit kurzer Lebensdauer), welches ebenfalls verbrannt wird und zusätzlich der effektive Abfluss aus dem Holzproduktespeicher (13,5 Mio. m³ (f) im Jahr 2010), d. h. Altholz, das nicht wieder stofflich verwendet und damit verbrannt wird (energetische Substitution aus Kaskadennutzung).

4 Ergebnisse für den „Forstbetrieb Deutschland“

Für den Vergleich des erstellten Modells, aber auch die Darstellung des Aufbaus und der zentralen Ergebnisse des Klimarechners, wird aus der Ergebnisdatenbank der Bundeswaldinventur (Thünen-Institut, 2018a) ein Datenmodell

eines für Deutschland repräsentativen durchschnittlichen Forstbetriebes erstellt. Der im Folgenden als „Forstbetrieb Deutschland“ bezeichnete Modellbetrieb bildet ein Tausendstel der deutschen Waldfläche ab. Aus Gründen der Vereinfachung beschränkt sich das Modell auf die Fläche des begehbaren Waldes und auf den Vorrat des Hauptbestandes (inkl. des Plenterwaldes). Unbestockte Flächen werden den Baumartengruppen entsprechend der jeweiligen Anteile an der bestockten Holzbodenfläche zugeordnet. In das Modell fließen die Holzbodenfläche des begehbaren Waldes inklusive Lücken und Blößen (Thünen-Institut, 2018b), der Holzvorrat auf der Fläche des begehbaren Waldes (Thünen-Institut, 2018c), der Bruttozuwachs auf der Fläche des begehbaren Waldes (Thünen-Institut, 2018f), der Gesamtabgang auf der Fläche des begehbaren Waldes (Thünen-Institut, 2018e) sowie die Nutzung auf der Fläche des begehbaren Waldes (Thünen-Institut, 2018d) ein. Letztgenannte Informationen werden zur Ermittlung der Mortalität benötigt, mithilfe derer der Nettozuwachs bestimmt wird.

4.1 Ergebnisse des Klimarechners

Die Hauptergebnisse des Klimarechners werden mit der Eingabe der Betriebsdaten automatisch in einer Tabelle zusammengefasst. Deren Aufbau inklusive der Ergebnisse des „Forstbetriebes Deutschland“ sind Tabelle 3 zu entnehmen. Die Ergebnisse beschreiben drei verschiedene Bereiche, für die die durchschnittlichen Ergebnisse eines Hektars getrennt nach den Baumartengruppen angegeben werden sowie auch die betrieblichen Mittelwerte (gewichtet mit der Holzbodenfläche der Baumartengruppen) und das Gesamtergebnis des Forstbetriebes. Der erste Abschnitt umfasst die naturalen Kennzahlen, die hier im Beispiel von den BWI 2012-Daten abgeleitet wurden und die üblicherweise den Hauptergebnissen der Forsteinrichtung entnommen werden können, wobei die in der Forstplanung üblichen Einheiten beibehalten werden. Zudem sind die Holzbodenfläche sowie die durchschnittlichen Vorräte Derbholz, der jährliche Zuwachs Derbholz und die geplante jährliche Nutzung Derbholz aufgeführt. Im zweiten Abschnitt werden diese Größen in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Sie bilden die ersten wichtigen klimaschutzrelevanten Kennzahlen: die im Forstbetrieb insgesamt gespeicherten CO₂-Äquivalente (Vorrat Derbholz) und deren jährliche Erhöhung durch den Holzzuwachs (jährlicher Zuwachs Derbholz) sowie die geplante jährliche Nutzung. Im dritten Abschnitt wird schließlich die Klimaschutzleistung der Forstwirtschaft und Holzverwendung aufgeschlüsselt. Analog zum im Methodenteil beschriebenen Vorgehen werden die jährliche Nettoerhöhung des Waldspeichers und des Holzproduktespeichers angegeben sowie die aus der Nutzung resultierenden Substitutionseffekte, differenziert nach den Entstehungsorten. Die Summe ergibt schließlich die jährliche Klimaschutzleistung Forst und Holz.

Im Anschluss an die Hauptergebnisse sind im Excel-Kalkulationstool in den nachfolgenden Tabellenblättern getrennt nach den Baumartengruppen genaue Angaben für die jeweiligen Altersklassen zu entnehmen. Die Tabellen sind analog aufgebaut, enthalten jedoch weitere Zwischenschritte.

Tabelle 3

Hauptergebnisse des Klimarechners für den „Forstbetrieb Deutschland“

		Eiche	Buche	ALh	ALn	Fichte	Dou- glasie	Kiefer	Lärche	Betriebli- cher Mit- telwert	Gesamt- ergebnisse Forstbetrieb
Zusammenfassung der Forsteinrichtungsdaten											
Daten der Forsteinrichtung											
Holzboden	[ha]	1.157	1.721	788	1.176	3.018	223	2.489	315		10.888 ha
Vorrat Derbholz	[Vfm/ha]	297,4	347,1	240,5	177,6	420,9	318,8	304,3	318,2	325	3.539.015 Vfm
jährlicher Zuwachs Derbholz	[Vfm/ha]	7,1	9,4	7,1	4,2	14,7	16,6	8,7	9,9	9,9	107.595 Vfm
geplante jährliche Nutzung Derbholz	[Efm/ha]	2,9	5,7	2,3	2,2	13,3	5,5	5,6	5,6	6,8	74.381 Efm
Vorrat, Zuwachs und Nutzung in CO₂-Äquivalenten											
Vorrat Derbholz	[t CO ₂ /ha]	306,2	353,0	241,5	148,5	291,2	241,3	240,5	284,6	270,8	2.948.056 t CO₂
jährlicher Zuwachs Derbholz	[t CO ₂ /ha]	7,3	9,6	7,2	3,5	10,1	12,5	6,9	8,9	8,1	87.946 t CO₂
geplante jährliche Nutzung	[t CO ₂ /ha]	3,7	7,2	2,9	2,3	11,5	5,2	5,5	6,2	6,7	73.141 t CO₂
Klimaschutzleistung durch Forstwirtschaft und Holzverwendung											
Waldspeicher											
jährliche Nettoerhöhung	[t CO ₂ /ha]	3,5	2,4	4,2	1,2	-1,3	7,3	1,4	2,7	1,4	14.805 t CO₂
Holzproduktespeicher											
jährliche Nettoerhöhung	[t CO ₂ /ha]	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	2.426 t CO₂
Substitution											
jährliche Substitution											
stofflich lange, mittlere Lebensdauer	[t CO ₂ /ha]	0,7	1,2	0,3	0,1	5,2	2,3	2,2	2,9	2,4	25.994 t CO₂
stofflich Kaskadennutzung	[t CO ₂ /ha]	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	1.313 t CO₂
stofflich kurze Lebensdauer	[t CO ₂ /ha]	0,2	0,4	0,1	0,0	1,8	0,8	0,7	1,0	0,8	8.715 t CO₂
energetisch aus Wald	[t CO ₂ /ha]	1,3	2,7	1,2	1,1	1,0	0,5	0,8	0,5	1,3	13.702 t CO₂
energetisch kurze Lebensdauer	[t CO ₂ /ha]	0,4	0,6	0,2	0,1	2,8	1,2	1,2	1,5	1,3	13.891 t CO₂
energetisch Kaskadennutzung	[t CO ₂ /ha]	0,3	0,5	0,1	0,0	2,0	0,9	0,8	1,1	0,9	9.985 t CO₂
Summe jährliche Substitution	[t CO ₂ /ha]	3,0	5,5	2,0	1,4	13,1	5,9	5,9	7,1	6,8	73.600 t CO₂
Jährliche Klimaschutzleistung Forst und Holz	[t CO₂/ha]	6,6	7,9	6,3	2,6	12,2	13,4	7,4	10,1	8,3	90.831 t CO₂

Die Nutzungsmenge ist nach stofflicher und nicht-stofflicher Verwendung ausgewiesen und es wird der Abgang des Holzproduktespeichers quantifiziert, der für die Bestimmung der energetischen Substitutionseffekte durch die Altholzflüsse aus dem Holzproduktespeicher benötigt wird.

Für den jeweiligen Forstbetrieb werden die zuvor beschriebenen wichtigsten Ergebnisse im sogenannten Waldbesitzerbericht erläutert. Zusätzlich wird die Verteilung der Holzbodenfläche nach Altersklasse und Baumartengruppe visuell dargestellt. Für einen greifbaren Kontext wird die jährliche Klimaschutzleistung des betrachteten Forstbetriebes mit der jährlichen Pro-Kopf-Emission eines durchschnittlichen Einwohners in Deutschland verglichen. Der „Forstbetrieb Deutschland“, der flächenmäßig einem tausendstel der Waldfläche Deutschlands entspricht und damit eine Gesamtfläche von 10.888 Hektar umfasst, hat eine jährliche Klimaschutzleistung von 8,3 t CO₂-Äquivalente pro Hektar, und somit in Summe 90.831 t CO₂-Äquivalente auf der Gesamtfläche. Nach der Europäischen Umweltagentur betrug die jährliche Pro-Kopf-Emission im Jahr 2015 11,4 t CO₂-Äquivalente (EEA, 2017), was bedeutet, dass der „Forstbetrieb Deutschland“ mit 10.888 Hektar durch die Erhöhung des Waldspeichers, des Holzproduktespeichers und durch Substitution die Emission von 7.968 Einwohnern bindet.

Im Anschluss wird die Klimaschutzleistung durch den Wald- und Holzproduktespeicher sowie die Substitutionseffekte mit den Bundesdurchschnittswerten verglichen. Die Ergebnisse des „Forstbetriebes Deutschland“ respektive der Bundesdurchschnitt weisen eine jährliche Klimaschutzleistung von 8,4 t CO₂-Äquivalente je Hektar Waldfläche auf. Davon entfallen 17 % auf die Erhöhung des Waldspeichers, 2 % auf die Erhöhung des Holzproduktespeichers und 81 % resultieren aus Substitutionseffekten, was die hohe Klimaschutzleistung der Substitutionseffekte verdeutlicht.

Zum Abschluss wird die Klimaschutzleistung der Baumartengruppen in Relation zum Anteil an der Holzbodenfläche dargestellt (Abbildung 4). Im „Forstbetrieb Deutschland“ zeigt sich eine überproportionale Klimaschutzleistung der Nadelhölzer. Besonders die Klimaschutzleistung der Fichte nimmt einen großen Anteil ein. An der Holzbodenfläche hat die Fichte einen Anteil von 28 %, an der Klimaschutzleistung von 41 %.

4.2 Vergleich der Ergebnisse mit der Treibhausgasberichterstattung

Für den Vergleich werden die Ergebnisse des „Forstbetriebes Deutschland“ verwendet. Da der „Forstbetrieb Deutschland“ nur einem tausendstel der Waldfläche Deutschlands

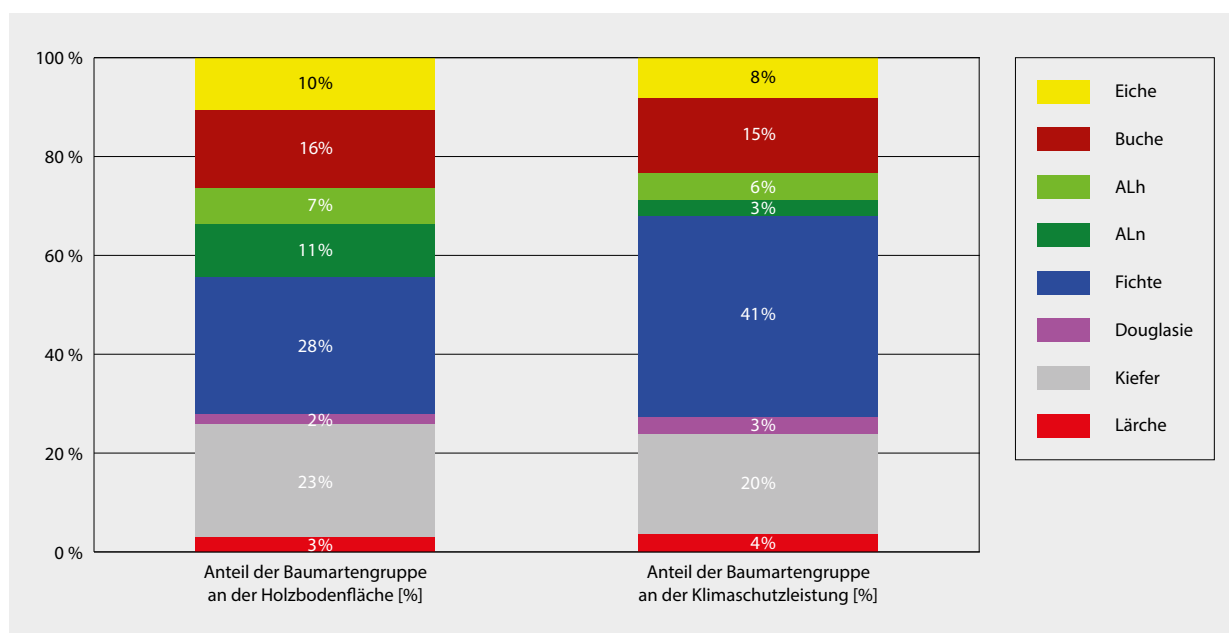


Abbildung 4

Klimaschutzleistung der Baumartengruppen in Relation zum Anteil an der Holzbodenfläche („Forstbetrieb Deutschland“)

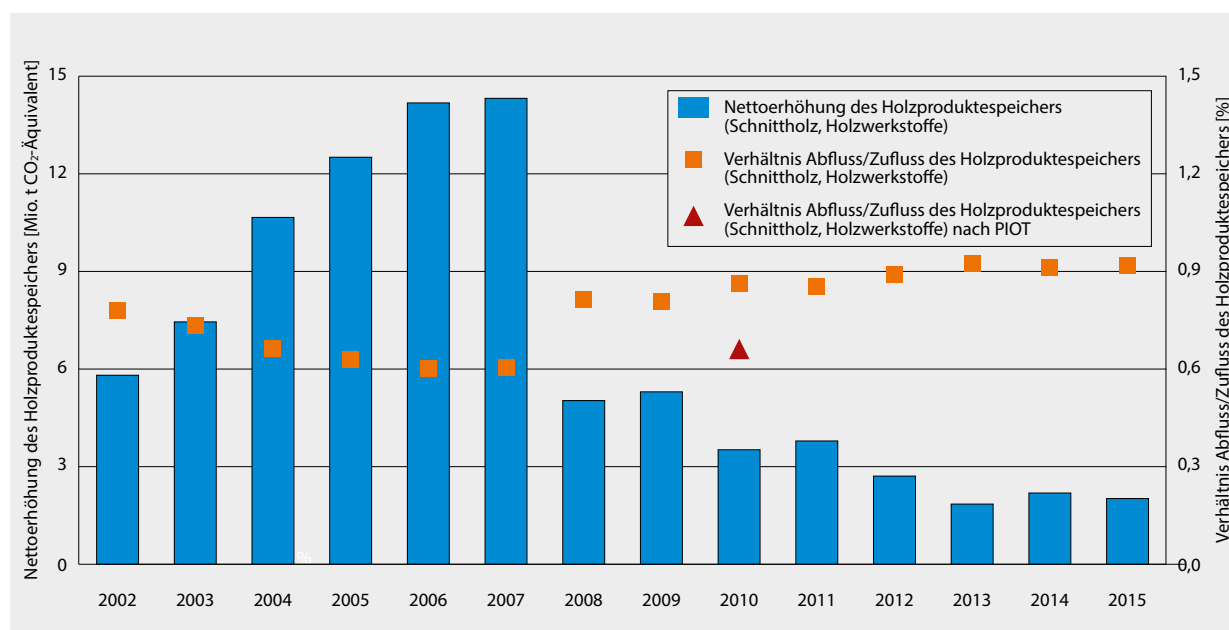
entspricht, werden die entsprechenden Ergebnisse mit dem Faktor 1.000 multipliziert, um die gesamte Waldfläche und damit die gesamte Klimaschutzleistung Deutschlands abzubilden. Die summarischen Ergebnisse des „Forstbetriebes Deutschland“ werden komponentenweise mit den bereits in Kapitel 2 erwähnten CRF-Inventartabellen gemäß Klimarahmenkonvention verglichen. Grundlage für den Vergleich ist die Submission aus dem Jahr 2017.

Der Vergleich erfolgt getrennt für die beiden Komponenten Waldspeicher und Holzproduktespeicher (Tabelle 4). Die sich aus der Substitution von fossilen Rohstoffen ergebende Klimaschutzleistung steht in einem direkten funktionalen Zusammenhang mit der Bruttoerhöhung des Holzproduktespeichers sowie den gewählten Substitutionsfaktoren und wird deshalb nicht verglichen. Ferner stehen in der Treibhausgasberichterstattung keine Daten zur Substitution zur Verfügung, da sich die Substitution in verminderten Emissionen anderer Sektoren niederschlägt und daher nicht separat gemeldet wird (Kapitel 2).

Für den Vergleich des Modells zur Berechnung der Erhöhung des Waldspeichers werden die Ergebnisse des Klimarechners für das gesamte Bundesgebiet mit der Treibhausgasberichterstattung (Submission 2017) für den Zeitraum zwischen 2002 und 2012 (Zeitraum der BWI 2012) verglichen (UNFCCC, 2017a). Über den genannten Zeitraum wird ein mit den jeweiligen Bezugsflächen gewichteter Mittelwert für die Nettoänderung des Bestandes der lebenden Baumbiomasse (stock change in living biomass) der bleibenden Wälder (forest land remaining forest land) gebildet. Der errechnete Mittelwert von 0,70 t C/ha beschreibt den durchschnittlich jährlichen Vorratsaufbau im Zeitraum 2002 bis 2012 in Wäldern Deutschlands in Tonnen Kohlenstoff lebender unter- und oberirdischer Baumbiomasse je Hektar. Da im Klimarechner ausschließlich das Derbholz des Hauptbestandes

betrachtet wird, muss der errechnete Mittelwert mittels Abschlagsfaktoren angepasst werden. Als Umrechnungsfaktoren werden 86,4% für den Anteil der oberirdischen Biomasse an der Gesamtbiomasse (UBA, 2017), 66,7% für den Anteil des Derbholzes an der oberirdischen Baumbiomasse (Pretzsch, 2009) und 96,6% für den Anteil des Hauptbestandes am Gesamtbestand unterstellt (Thünen-Institut, 2018a). Die durchschnittliche, jährliche Netto-Kohlenstoffeinbindung, ausgedrückt durch den Vorratsaufbau, von Derbholz im stehenden Rohholz beträgt demnach 0,39 t C je Hektar bzw. ausgedrückt in CO₂-Äquivalenten 1,44 t CO₂-Äquivalenten je Hektar. Im Vergleich dazu schätzt die Auswertung des Klimarechners für Deutschland die jährliche Klimaschutzleistung durch Erhöhung des Waldspeichers auf 1,36 t CO₂-Äquivalenten je Hektar, d. h. einen um rund 6% niedrigeren Wert. Die unterschiedlichen Werte für die Klimaschutzleistung liegen im Unschärfbereich des Klimarechners.

Da in der Treibhausgasberichterstattung ab dem Jahr 2016 auch über die CO₂-Emissionen bzw. Einbindungen durch Holzprodukte berichtet wird und die Daten für die vorherigen Jahre rückwirkend bestimmt worden sind, wird im Folgenden das Holznutzungsmodell analog zum Waldmodell validiert. Als Referenz werden die berichteten Werte (UNFCCC, 2017b) für die Verwendungsbereiche „HWP produced and consumed domestically“ und „HWP produced and exported“ verwendet, wobei HWP für „harvested wood products“ steht. Relevant für den Vergleich mit dem Klimarechner sind die beiden Produktkategorien, die zu einer Erhöhung des hier definierten Holzproduktespeichers führen können, Schnittholz und Holzwerkstoffe. Die Produktkategorie Papier und Pappe (Paper and Paperboard) wird aufgrund der geringen Lebensdauer der enthaltenen Produkte entsprechend der Konzeption des Klimarechners nicht in die Bilanzierung des Holzproduktespeichers aufgenommen.

**Abbildung 5**

Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers für Schnittholz und Holzwerkstoffe nach NIR (linke Achse) sowie Verhältnis Abfluss/Zufluss des Holzproduktespeichers nach NIR und der physischen Input-Output-Tabelle (PIOT) von Bösch et al. (2015) (rechte Achse)

In Abbildung 5 sind die NIR-Meldungen über die Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers in einer Zeitreihe dargestellt. Das Säulendiagramm verdeutlicht, dass die jüngeren Werte für die Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers deutlich niedriger sind als die der Jahre vor 2008.

Als Maßstab zum Vergleich der Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers wird der für das Jahr 2010 in der Treibhausgasberichterstattung angegebene Wert in Höhe von 3,5 Mio. t CO₂-Äquivalenten herangezogen. Als Referenzjahr wird das Jahr 2010 gewählt, weil auch die dem Klimarechner zugrunde liegende Modellierungsbasis, die physische Input-Output-Tabelle von Bösch et al. (2015), sich auf dieses Jahr bezieht. Es ist zu berücksichtigen, dass in der Vergangenheit liegende Werte der Treibhausgasberichterstattung für den relevanten Produktbereich stark streuen und ab dem Berichtsjahr 2012 zwischen 1,8 und 2,7 Mio. t CO₂-Äquivalenten liegen, womit sie deutlich niedriger sind als der Referenzwert für das Jahr 2010.

Gegenüber dem in der Treibhausgasberichterstattung für das Jahr 2010 angegebenen Wert schätzt die Auswertung des Klimarechners für die Waldflächen Deutschlands

eine Klimaschutzleistung durch Erhöhung des Holzproduktespeichers von 2,4 Mio. t CO₂-Äquivalenten. Sie liegt damit rd. 31 % unter der aus der Referenz abgeleiteten Klimaschutzleistung.

Zwar wird der Holzproduktespeicher unterschätzt, allerdings ist die Abweichung aufgrund der oben beschriebenen starken Abnahme der im Treibhausgasinventar berichteten Nettoerhöhungen des Holzproduktespeichers vertretbar. Zudem ist der Vergleich der Ergebnisse des Klimarechners mit der Treibhausgasberichterstattung nur eingeschränkt möglich. Zum einen arbeitet der Klimarechner mit anderen Eingangsdaten als die Treibhausgasberichterstattung, zum anderen unterscheidet sich aufgrund der unterschiedlichen Fragestellungen, insbesondere die Modellierung der Nettoänderung des Holzproduktespeichers. Beim Klimarechner ergibt sich die Bruttoerhöhung des Holzproduktespeichers aus BWI-Daten über den stofflich genutzten Einschlag in Verbindung mit abgeleiteten Strukturdaten aus der physischen Input-Output-Tabelle von Bösch et al. (2015). Für die Treibhausgasberichterstattung wird hingegen auf amtliche Produktionsdaten aus der FAO-Statistik zurückgegriffen (UBA,

Tabelle 4

Vergleich der mit dem Klimarechners berechneten Ergebnisse für die Waldflächen Deutschlands mit den Ergebnissen der Treibhausgasberichterstattung (UBA, 2017)

		Klimarechner	Treibhausgasberichterstattung	Abweichungen
Nettoerhöhung Waldspeicher je Hektar	[t CO ₂ -Äq./ha]	1,36	1,44	-6 %
Nettoerhöhung Holzproduktespeicher	[Mio. t CO ₂ -Äq.]	2,40	3,50	-31 %

2017). Diese bilden jedoch das tatsächliche Produktionsniveau nicht vollständig ab (Jochem et al., 2015). In der dem Klimarechner zugrundeliegenden physischen Input-Output-Tabelle sind dagegen qualifizierte Schätzungen unternommen worden, um diese Lücken zu schließen. Ferner wird im Klimarechner aus konzeptionellen Gründen keine explizite Modellierung der tatsächlichen Größe des Holzproduktespeichers vorgenommen. Für die Nettoveränderung des Holzproduktespeichers wird ein funktionaler Zusammenhang mit der Bruttoerhöhung unterstellt. Für die Treibhausgasberichterstattung hingegen wird die quantitative Struktur des Holzproduktespeichers explizit ermittelt und daraus die Abgangsmenge mithilfe von Zerfallsfunktionen entsprechend den IPCC Bilanzierungsrichtlinien berechnet. Die Parameter dieser Zerfallsfunktionen werden allerdings aus Defaultwerten des IPCC abgeleitet und sind für Deutschland nicht speziell kalibriert.

Es kann zusammengefasst werden, dass der Vergleich mit der Treibhausgasberichterstattung zwar Unterschiede aufweist, die allerdings nicht gegen die Verwendung des vorgestellten Modells sprechen. Die Abweichung der Änderungsrate des Waldspeichers ist lediglich marginal und auch die Abweichung der Änderung des Holzproduktespeichers ist vor dem Hintergrund der zeitlichen Entwicklung der Werte in der Treibhausgasberichterstattung zu vernachlässigen.

4.3 Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse werden die Schlüsselparameter des Klimarechners auf ihre Empfindlichkeit geprüft. Entscheidende Parameter sind der tatsächlich stofflich verwendete Anteil am Einschlag, der Anteil der Produkte mit mittlerer und langer Lebensdauer im Bereich der Säge-, Holzwerkstoff-, Papier- und Verpackungsindustrie, der Anteil der Holzprodukte, um den der Holzproduktespeicher jährlich steigt und die Substitutionsfaktoren. Um den Einfluss der Parameter auf die abgeschätzte Klimaschutzleistung zu quantifizieren, werden mithilfe des „Forstbetriebes Deutschland“ verschiedene Szenarien berechnet. Dazu wird der Parameter jeweils um 10 % verringert bzw. um 10 % erhöht.

Die Auswirkungen auf die Klimaschutzleistung durch Änderung der Parameter im Vergleich zu den im Klimarechner verwendeten Modellparametern sind in Tabelle 5 dargestellt. Dabei wird zwischen der jährlichen Klimaschutzleistung des Waldspeichers, des Holzproduktespeichers und aus Substitution sowie dem daraus ermittelten Gesamtergebnis unterschieden. Die Analyse zeigt die linearen Zusammenhänge und die Punktsymmetrie der Ergebnisse. Vor dem Hintergrund der Punktsymmetrie beschränken sich die folgenden Ausführungen auf die Auswirkungen durch Reduktion der Parameter um 10 %. Bei einer Erhöhung des Parameters um denselben Faktor ist ein umgekehrter Effekt zu erwarten.

Eine Reduktion des stofflich verwendeten Anteils am Laubholz-Einschlag wirkt sich auf den Holzproduktespeicher und die Substitution aus. Der Waldspeicher bleibt unberührt. Wie in Tabelle 5 dargestellt, verringert eine Reduktion des Parameters um 10 % die Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers um 1,3 % und die Substitution um 0,6 %. Insgesamt

reduziert sich das Gesamtergebnis aufgrund der Änderung des Parameters um 0,5 %.

Eine Abnahme des stofflich verwendeten Anteils am Nadelholz-Einschlag wirkt sich ebenfalls auf den Holzproduktespeicher und die Substitution aus. Eine Verringerung des Parameters um 10 % bewirkt eine Reduktion der Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers um 8,7 % und eine Abnahme der Substitutionseffekte um 4,1 %. Der veränderte Parameter führt zu einer Abnahme der Klimaschutzleistung insgesamt um 3,5 %. Hierbei sei angemerkt, dass eine Erhöhung des stofflich verwendeten Anteils am Nadelholz-Einschlag nicht möglich ist, da der im Klimarechner verwendete Modellparameter und damit der stofflich verwendete Anteil am Nadelholz-Einschlag bereits bei knapp 100 % liegt (s. Sättigungsparameter A^* in Tabelle 2).

Eine Abnahme der Produkte mit mittlerer und langer Lebensdauer im Bereich der Säge-, Holzwerkstoff-, Papier- und Verpackungsindustrie wirkt sich direkt auf den Holzproduktespeicher sowie auf die Substitution aus. Die Reduktion des Parameters um 10 % wirkt sich mit einer Abnahme der Brutto- bzw. Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers um 10 % direkt aus. Gleichzeitig verringert sich die Substitution um 3,5 %. Insgesamt bewirkt die Reduktion des Parameters eine Abnahme des Gesamtergebnisses um 3,1 %.

Ein reduzierter Bestand an Holzprodukten, um den der Holzproduktespeicher jährlich wächst, wirkt sich ebenfalls direkt auf den Holzproduktespeicher und die Substitution aus. Eine Reduktion bewirkt erwartungsgemäß eine Abnahme der Nettoerhöhung um 10 %. Gleichzeitig erhöht sich die Substitution um 0,2 %. Insgesamt verursacht die Änderung eine Reduktion des Gesamtergebnisses um 0,1 %.

Eine Reduktion der Substitutionsfaktoren wirkt sich ausschließlich auf die Klimaschutzleistung durch Substitutionseffekte aus. Eine Reduktion des energetischen Substitutionsfaktors um 10 % führt zu einer Reduktion der Substitution um 5,1 %. Bei der Klimaschutzleistung insgesamt bewirkt dies eine Abnahme um 4,1 %. Eine Reduktion des stofflichen Substitutionsfaktors um 10 % führt zu einer Abnahme der Substitution um 4,9 %. Für das Gesamtergebnis ergibt sich eine Reduktion von 4 %.

Insgesamt weisen diese Ergebnisse auf eine hohe Modellstabilität hin. Die Änderung jeweils eines Parameters hat nur unterproportionale Auswirkungen auf das Gesamtergebnis.

5 Diskussion

Bedingt durch die Datengrundlage und das konzeptionell eher vorsichtige Vorgehen wird bei der Kalkulation der Klimaschutzleistung durch den Klimarechner nur ein Teil der von dem IPCC (2006) für Wald ausgewiesenen Kohlenstoffspeicher berücksichtigt. Die Forsteinrichtung umfasst üblicherweise die wirtschaftlich relevanten Informationen über die Waldbestände, sprich das Derbholz mit Rinde. Dies ist allerdings nur ein Teil der oberirdischen Baumbiomasse. Weitere Kompartimente der lebenden oberirdischen Baumbiomasse sind Äste (1 bis 7 cm) und Reisig. Für die Umrechnung von Derbholz zur oberirdischen Baumbiomasse empfiehlt Pretzsch (2009)

Tabelle 5

Auswirkungen verschiedener Schlüsselparameter auf die Klimaschutzleistung getrennt nach den Bereichen Waldspeicher, Holzproduktespeicher und Substitution sowie für das Gesamtergebnis im Vergleich zu den verwendeten Modellparametern. Im Rahmen von verschiedenen Szenarien werden die Schlüsselparameter um 10 % verringert bzw. erhöht

Änderung des Parameters	Auswirkung auf die Klimaschutzleistung			Gesamt
	Nettoerhöhung des Waldspeichers	Nettoerhöhung des Holzproduktespeichers	Substitution	
Stofflich verwendeter Anteil am Laubholz-Einschlag				
-10%	0%	-1,3%	-0,6%	-0,5%
+10%	0%	1,3%	0,6%	0,5%
Stofflich verwendeter Anteil am Nadelholz-Einschlag				
-10%	0%	-8,7%	-4,1%	-3,5%
+10%	-	-	-	-
Anteil der Holzprodukte, um den der Holzproduktespeicher jährlich steigt				
-10%	0%	-10%	0,2%	-0,1%
+10%	0%	10%	-0,2%	0,1%
Anteil der Produkte mit mittlerer und langer Lebensdauer im Bereich der Säge-, Holzwerkstoff-, Papier- und Verpackungsindustrie				
-10%	0%	-10%	-3,5%	-3,1%
+10%	0%	10%	3,5%	3,1%
Energetische Substitution				
-10%	0%	0%	-5,1%	-4,1%
+10%	0%	0%	5,1%	4,1%
Stoffliche Substitution				
-10%	0%	0%	-4,9%	-4,0%
+10%	0%	0%	4,9%	4,0%

einen Umrechnungsfaktor von 1,5, was folglich bedeutet, dass das Derbholz an der oberirdischen Baumbiomasse einen Anteil von 66,7 % einnimmt. In den von Pretzsch (2009) betrachteten Studien zeigt sich auch eine Abhängigkeit von Baumart und Alter. Eine genauere Abschätzung wäre über die Einbeziehung von Biomasseschätzfunktionen in das Modell möglich gewesen. Die Entscheidung, das Modell so einfach wie möglich zu halten, sprach allerdings dagegen. Nach den von Rumpf et al. (2011) und Husmann et al. (2018) erstellten Biomasseschätzfunktionen für die Hauptbaumarten im nordwestdeutschen Raum variiert der Anteil des Derbholzes an der oberirdischen Baumbiomasse abhängig von der Baumart und dem BHD zwischen etwa 65 % und 90 %. Dabei ist der Rindenanteil nahezu unabhängig von der Baumdimension, der Derbholzanteil steigt dagegen überproportional mit dem BHD. Das Gros des Kohlenstoffs ist demnach im Derbholz gespeichert, das gleichzeitig das wichtigste Kompartiment für die Holzverwertung darstellt und somit für die Menge des im Holzproduktespeicher gebundenen Kohlenstoffs entscheidend ist.

Auch die Wurzeln als unterirdische Komponente der Baumbiomasse werden nicht in die Berechnungen des Waldspeichers einbezogen. Für den Wald in Deutschland wurde im Rahmen der Treibhausgasberichterstattung ein Anteil von 14 % der unterirdischen Baumbiomasse an der gesamten lebenden Biomasse berechnet (UBA, 2017).

Der zweite nach IPCC (2006) ausgewiesene Kohlenstoffspeicher Totholz bleibt bei der Kalkulation der forstbetrieblichen Klimaschutzleistung mit dem Klimarechner ebenfalls

unberücksichtigt. Im Zuge der Bestandesinventuren der Forsteinrichtung wird Totholz nicht quantifiziert, weswegen üblicherweise für die Forstbetriebe keine Bilanzierung der Totholzmenge vorliegt. Nach den Daten der dritten Bundeswaldinventur werden in Deutschland insgesamt 73,4 Mio. t CO₂-Äquivalente (20 Mio. t C) im Totholz gespeichert (BMEL, 2016), was einem Anteil von 1,7 % an der ober- und unterirdischen Baumbiomasse entspricht. Im gesamten Bundesgebiet liegt die durchschnittliche Totholzmenge bei 14,6 m³ je Hektar (liegendes und stehendes Totholz) (Thünen-Institut, 2018a). Je nach Waldzustand und Bewirtschaftungskonzept ist jedoch mit einer erheblichen Schwankung der Totholzmenge in einzelnen Betrieben zu rechnen. Allerdings ist zu erwarten, dass die für die Klimaschutzleistung entscheidende Änderungsrate für den betrachteten Zeitraum von 10 Jahren gering ist. Auf den Holzproduktespeicher und die Substitutionseffekte hat das Totholz keinen Einfluss.

Die Speicher Boden und Streu binden hingegen einen großen Anteil des im Wald gespeicherten Kohlenstoffs (Wördehoff, 2016). Nach dem Thünen-Institut (2018a) werden insgesamt 33 % des im Wald gespeicherten Kohlenstoffs in den oberen 30 cm des Mineralbodens gespeichert und 9 % in der Streu. Allerdings wird in der Regel davon ausgegangen, dass der Speicher über die Jahre konstant bleibt (Liski et al., 2005; Pistorius et al., 2006; Loft und Lux, 2010; Wördehoff, 2016), da auch extreme waldbauliche Maßnahmen auf lange Sicht den Bodenspeicher kaum verändern, wobei die Humusaufgabe im Bestandesleben starken Schwankungen unterliegen kann. Wellbrock et al. (2016) untersuchten die Veränderung

der organischen Kohlenstoffvorräte zwischen 1990 und 2006 in Deutschland. Die berechneten Änderungsraten lagen im Auflagehumus und im Mineralboden bis 90 cm bei jährlich 2,57 t CO₂-Äquivalente (0,75 t C) je Hektar, wobei der gesamte Kohlenstoffvorrat im Boden vor allem von den Standortbedingungen sowie von langfristig wirksamen Steuergrößen, insbesondere klimatischen Veränderungen, abhängig ist. In anderen Untersuchungen wurden Auswirkungen von Veränderungen in der Zusammensetzung der Bestockung (Baumartenwahl) auf den Bodenkohlenstoffvorrat festgestellt (Ladegaard-Pedersen et al., 2005; Prietzel und Bachmann, 2012). Für den im Klimarechner betrachteten Zeitraum einer Forsteinrichtungsperiode sind daher die Möglichkeiten der Steuerung des Bodenkohlenstoffspeichers im Zuge normaler Waldbewirtschaftung als vergleichsweise gering anzusehen, was die modellinterne Annahme der Konstanz des Bodenspeichers rechtfertigt.

Auch der bisher noch nicht erwähnte Speicher Bodenvegetation soll an dieser Stelle genannt werden. Auch er wird in Anlehnung an Wördehoff (2016) als konstant angenommen. Da keine Datengrundlage vorliegt, der Anteil im Vergleich zur oberirdischen Baumbiomasse marginal ist und auch die Lebensspanne der Pflanzen gering ist, wird der Speicher daher vernachlässigt.

Es lässt sich zusammenfassen, dass das dem Klimarechner hinterlegte Modell den Waldspeicher aufgrund der ausschließlichen Betrachtung des im Hauptbestand befindlichen Derbholzes unterschätzt. Der Holzproduktespeicher und die damit einhergehenden Substitutionseffekte sind davon allerdings nicht beeinflusst, da sich diese ausschließlich auf das Derbholz beziehen. Ferner bekräftigen die vorangegangenen Ausführungen die Beschränkung der Betrachtung auf die oberirdische Baumbiomasse, da die Kohlenstoffspeicher Totholz, Streu und Boden als im Betrachtungszeitraum von 10 Jahren konstant angenommen werden können.

Die Anreicherung von Totholz und damit verbunden die Verringerung der Nutzung ist ein gesellschaftlich häufig diskutiertes Thema. Um neben den nachhaltig bewirtschaftenden Forstbetrieben auch Auswirkungen anderer Zielsetzungen mit dem Klimarechner abbilden zu können, ist es angedacht, im Rahmen des Projektes „Gläserner Forstbetrieb“ den Klimarechner um ein Totholzmodell zu erweitern.

Interpretation der wichtigsten Ergebnisse

Die Klimaschutzleistung der Wälder resultiert aus dem Vorrat des aufstockenden Bestandes sowie dem jährlichen Zuwachs (Kapitel 3.1 und Kapitel 4.1). Anhand der vom „Forstbetrieb Deutschland“ (Tabelle 3) abgeleiteten Ergebnisse für die gesamten Waldflächen Deutschlands (analoges Vorgehen wie beim Vergleich mit der Treibhausgasberichterstattung, Multiplikation mit dem Faktor 1.000) ergeben die Abschätzungen des Klimarechners einen Speicher von 2,9 Mrd. t CO₂-Äquivalente allein im aufstockenden Bestand (Derbholz). Dazu werden jährlich 87,9 Mio. t CO₂-Äquivalente aus der Atmosphäre gebunden.

Zur Berechnung der Klimaschutzleistung der Forstwirtschaft ist im Konzept des Klimarechners, wie auch in der

Klimaschutzberichterstattung, nicht der Zustand, sondern die Änderung von Bestandsgrößen entscheidend. Ist bei der forstlichen Nutzung der Zuwachs höher als der Holzeinschlag, so liegt eine Erhöhung des Waldspeichers (Senkenleistung) vor. Insgesamt umfasst die Nettoerhöhung des Waldspeichers nach den Abschätzungen des Klimarechners für die deutschen Waldflächen 14,8 Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr im betrachteten Zeitraum 2002 bis 2012.

Entscheidend für die Klimaschutzleistung von Forstbetrieben ist die Art der Holzverwendung. Insbesondere durch eine stoffliche Holzverwendung wird Kohlenstoff langfristig gebunden und es werden fossile Rohstoffe und energieintensiv herzustellende Materialien substituiert und die Freisetzung zusätzlichen Kohlenstoffdioxids vermieden (BMU, 2018). Bei der Kalkulation der Klimaschutzleistung des Holzproduktespeichers ist allerdings nicht die Nettoerhöhung, sondern die Bruttoerhöhung ausschlaggebend. Für Deutschland liegt sie auf der Basis der hier zugrunde gelegten Modellannahmen bei ca. 17,3 Mio. t CO₂-Äquivalenten pro Jahr. Zwar wird die Höhe des Holzproduktespeichers im Modell des Klimarechners nicht quantifiziert, jedoch wird der Altholzabfluss berechnet, sodass die Betrachtung bei der Bruttoerhöhung nicht endet. Somit ersetzt ein Anteil der Bruttoerhöhung den Altholzabfluss und der Rest geht mit 14 % in die tatsächliche Erhöhung des Holzproduktespeichers ein (Nettoerhöhung). Für das gesamte Holz aus der Waldfläche Deutschlands sind das nach den Abschätzungen des Klimarechners 2,4 Mio. t CO₂-Äquivalente. Wichtiger als die Klimaschutzleistung durch die Erhöhung des Holzproduktespeichers selbst ist allerdings die daraus entstehende Substitution. Sie nimmt den größten Anteil der Klimaschutzleistung durch die Forstwirtschaft und die nachgelagerte Holzverwendung ein und ist ein zusätzlicher Effekt, der unumkehrbar ist. Das bedeutet, dass im Gegensatz zum Waldspeicher und dem Holzproduktespeicher, wo CO₂-Äquivalente auf lange Sicht wieder freigesetzt werden, bei der Substitution Emissionen vermieden und somit die Substitutionseffekte über die Jahre aufaddiert werden.

Bezüglich des Waldspeichers wird im Klimaschutzbericht 2017 des BMU, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018), eine Abnahme der Senkenleistung der deutschen Waldflächen projiziert, was durch die Nutzung der in den Nachkriegsjahren großflächig wiederaufgeforsteten Flächen bedingt ist, die ihre Nutzungsreife erreichen. Selbst wenn Forstbetriebe den Holzvorrat nicht weiter aufbauen oder gar durch Vorratsabbau eine Absenkung des Waldspeichers bewirken, erbringen sie trotzdem eine Klimaschutzleistung aufgrund der mit der Holznutzung verbundenen Ausdehnung des Holzproduktespeichers und der durch Holznutzung resultierenden Substitutionseffekte. Es ist davon auszugehen, dass sich bei Nicht-Nutzung langfristig zwischen Zuwachs und Mortalität ein Gleichgewicht entwickelt, weswegen es keinen zusätzlichen Klimaschutzeffekt gibt. Weitere Konsequenzen sind der Abbau des Holzproduktespeichers und der Wegfall der Substitutionseffekte, die einen großen Anteil an der jährlichen Klimaschutzleistung einnehmen.

Waldverjüngung und Klimaschutzleistung

Der Klimarechner bildet die Klimaschutzleistung durch die Bewirtschaftung der aktuell vorhandenen Bestockung und die nachgelagerte Holzverwendung ab. Nicht abgebildet ist die Waldverjüngung und damit eine wesentliche Komponente in der langfristigen Waldentwicklung. Zwar sind die Holzvorräte und Zuwächse (Thünen-Institut, 2018a) und damit die kurzfristig erzielbaren Senken- und Speicherleistungen junger Bäume vergleichsweise gering. Die künftige langfristige Klimaschutzleistung wird aber durch die im Zuge der Waldverjüngung etablierten Bestände bestimmt. Der Veränderung der Baumartenzusammensetzung wird das langfristig quantitativ größte Minderungspotenzial in der Forst- und Holzwirtschaft beigemessen (Weingarten et al., 2016). Damit kommt der Baumartenwahl im Rahmen der Waldverjüngung bereits heute eine entscheidende Bedeutung zu. Das Klimaschutzpotenzial einer Baumart wird wesentlich bestimmt durch die Wuchsleistung auf gegebenem Standort. Durch einen höheren Massezuwachs an Biomasse können eine stärkere Erhöhung des Waldspeichers und des Holzproduktespeichers sowie größere Substitutionseffekte erzielt werden. Das Ausmaß des Holzproduktespeichers und der Substitutionseffekte sind zudem abhängig von einer möglichst langfristigen Verwendbarkeit der Holzprodukte sowie der Holzdichte und damit von den Holzeigenschaften einer Baumart. Hinsichtlich des Klimaschutzpotenzials unter Berücksichtigung der Substitutionseffekte wurden deutliche Unterschiede zwischen den Baumarten festgestellt. In der Regel werden auf gegebenem Standort höhere Klimaschutzbeiträge durch den Anbau von produktiven und stabilen Nadelbäumen erreicht (Wördehoff, 2016; Wördehoff et al., 2017a; Schulz et al., 2017). Um die langfristigen Klimaschutzleistungen noch junger Bäume abzubilden, wären langfristige Simulationen notwendig geworden. Dies hätte aber dem Konzept widersprochen, mithilfe des Klimarechners die für die vorhandene Baumarten- und Altersklassenverteilung gegebene aktuelle Klimaschutzleistung abzuschätzen.

Datengrundlage Forsteinrichtung – Ertragstafeln

Nicht nur die Bezugsgröße des in der Forsteinrichtung üblichen Derbholzes, sondern auch die Generierung der Daten der Forsteinrichtung beeinflusst das Ergebnis des Klimarechners. Im Falle von Bestandesinventuren auf Grundlage von Waldbegängen basieren die Holzzuwächse und die damit verbundenen Nutzungspotenziale in der Regel auf Ertragstafelschätzungen. Die den Ertragstafeln zugrundeliegenden Bestände sind jedoch unter anderen klimatischen Voraussetzungen und Waldbaustrategien erwachsen als heutige Bestände. Unter heutigen Wachstumsbedingungen und Durchforstungskonzepten wurden Steigerungen des Einzelbaumwachstums beobachtet (Utschig et al., 2006), was dazu führt, dass auch die Bestandesmittelwerte der zu betrachtenden Bestände erheblich von den Ertragstafeln abweichen können. Neben einer Steigerung der Bonitäten treten auch höhere Volumenzuwächse bei gegebener Bonität (Anhebung des speziellen Ertragsniveaus) auf (Staupendahl und Schmidt, 2016). Zudem können Mischbestandskonstellationen zusätzliche Volumenzuwächse bewirken, die durch die Ertragstafeln

nicht abgebildet werden (Pretzsch, 2010; Sprauer und Nagel, 2014; Pretzsch, 2016). Verschiedene Durchforstungs- und Nutzungskonzepte führen in der Praxis zu unterschiedlich ausgeprägten Bestandesstrukturen, die Ertragstafeln basieren jedoch auf starren Durchforstungsregimen, wodurch komplexe Bestandesstrukturen nicht angemessen abgebildet werden können (Hansen und Nagel, 2014).

Sowohl veränderte Wuchsbedingungen, als auch Durchforstungs- und Mischbestandseffekte führen demnach strukturell bei den in der Forsteinrichtung üblichen Ertragstafelschätzungen zur Unterschätzung der tatsächlichen Zuwächse und Nutzungspotenziale. Da die Klimaschutzleistung maßgeblich von den Zuwächsen und Nutzungspotenzialen abhängt, resultiert aus der Verwendung der Ertragstafeln auch eine Unterschätzung der Klimaschutzleistung.

Zudem schränkt die Wahl der Forsteinrichtung als Datengrundlage die Ergebnisse in ihrer Gültigkeit auf den Planungszeitraum der Forsteinrichtung von 10 Jahren ein. Bei einem Aufbaubetrieb würde die jährliche Änderungsrate auf lange Sicht überschätzt und bei einem Abbaubetrieb unterschätzt.

Weitere Modellgrundlagen

Die Verteilung der Nutzung auf die Verwendungsbereiche stofflich bzw. nicht-stofflich ist abhängig von der Baumart und dem mittleren BHD. Letztgenannter Wert ist in Forstbetrieben üblicherweise nicht vorhanden, weswegen dem Klimarechner Durchschnittswerte aus den Daten der BWI 2012 hinterlegt worden sind. Allerdings handelt es sich auch hierbei um den mittleren BHD des aufstockenden Bestandes und nicht des ausscheidenden Bestandes. Je nach Durchforstungsart wird folglich der mittlere BHD unter- bzw. überschätzt. In Abbildung 3 ist zu erkennen, dass die Effekte auf die Sortierung mit zunehmendem BHD abnehmen. Der für die Klimaschutzleistung maßgebliche Anteil der stofflichen Verwendung steigt in den höheren Altersklassen nur noch marginal.

Die Modellierung des Klimarechners basiert auf etablierten Modellen, Erkenntnissen aktueller Studien und pauschal für das deutsche Bundesgebiet abgeleiteten Faktoren. Neben den üblichen Werten für die Umrechnung in CO₂-Äquivalente (Raumdichte, Kohlenstoffgehalt und das Molverhältnis von Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid) und die Substitutionsfaktoren, wurden zur Entwicklung der Holzverwendungs- und Substitutionsmodelle Verhältnisse aus der Einschlagsstatistik Deutschlands sowie des Holzaufkommens und der Holzverwendung genutzt. Auch wenn hierdurch betriebspezifisches Handeln ausgeblendet wird, schafft die dadurch verursachte „Normierung“ doch Vorteile bezüglich der Vergleichbarkeit und auch der Interpretation der Ergebnisse.

6 Schlussfolgerungen

Ziel der Entwicklung des Klimarechners ist die Bereitstellung eines robusten, leicht nachvollziehbaren Tools zur Berechnung der Klimaschutzleistung auf Forstbetriebsebene. Der Klimarechner schließt unmittelbar an die mittelfristige forstbetriebliche Planung, die Forsteinrichtung an. Diese unter

Berücksichtigung der Nachhaltigkeit entwickelte Betriebsplanung ist üblicherweise in Forstbetrieben über 50 Hektar verfügbar, weswegen eine zeit- und kostenintensive Datenbeschaffung bzw. -aufbereitung vermieden wird.

Aufbauend auf den Forsteinrichtungsdaten wird betriebsspezifisch die jährliche Klimaschutzleistung des Forstbetriebes unter Berücksichtigung der nachgelagerten Holzverwendung für den 10 Jahre umfassenden Planungszeitraum abgeschätzt. Da das Modell nur den Kohlenstoffspeicher des Derbholzes und damit nicht das Reisholz und auch nicht die unterirdische Baumbiomasse, Totholz, Streu und Boden abbildet, entfällt zwar ein großer Anteil des im Wald gebundenen Kohlenstoffs, allerdings ist die für die Klimaschutzleistung entscheidende jährliche Änderungsrate in den zuletzt genannten Kompartimenten in der Regel sehr gering und kann deshalb für den zehnjährigen Betrachtungszeitraum vernachlässigt werden.

Die erstellten Modelle wurden anhand aktueller Studien hergeleitet. Die Faktoren ergaben sich aus durchschnittlichen Werten und Verhältnissen für Deutschland, wobei durchgehend vorsichtige Schätzungen gewählt wurden. Die Modellierung wurde mithilfe von BWI 2012-Daten summarisch mit den Ergebnissen der Treibhausgasberichterstattung validiert und Abweichungen geklärt. Die Ergebnisse bilden den hohen Stellenwert von Wäldern für den Klimaschutz ab und verdeutlichen die hohe Bedeutung der nachhaltigen Bewirtschaftung für die Aufrechterhaltung des Waldspeichers, die hohe Klimaschutzleistung durch langlebige Produkte und Substitutionseffekte sowie durch den hohen Zuwachs von Nadelholz.

Der Klimarechner bietet Waldbesitzerinnen und Waldbesitzern die Möglichkeit, die Bedeutung der Bewirtschaftung ihrer Wälder bzw. Forstbetriebe für den Klimaschutz zu quantifizieren, Kohlenstoffsinken und -quellen zu lokalisieren sowie ihre Leistungen mithilfe der berechneten Kennzahlen gegenüber Kunden und der Gesellschaft zu kommunizieren. Insofern wird diesem Konzept eine große praktische Bedeutung zugemessen. Es ermöglicht die üblicherweise in forstlichen Volumeneinheiten ausgedrückten Planzahlen in gesellschaftlich relevante CO₂-Äquivalente zu überführen und damit die forstbetriebliche Klimaschutzleistung zu quantifizieren. Forstbetriebe werden gegenüber der Öffentlichkeit in einem wichtigen gesellschaftlichen Feld „kommunikationsfähig“. Als eine unmittelbare Grundlage für eine gesellschaftspolitisch durchaus wünschenswerte Entlohnung der forstbetrieblichen Klimaschutzleistung ist der Klimarechner allerdings nicht gedacht.

Danksagung/Acknowledgement

Die Initiative zur Entwicklung des Klimarechners ging vom betriebswirtschaftlichen Ausschuss (AfB) des Deutschen Forstwirtschaftsrates (DFWR) aus. Die Entwicklung und Umsetzung des Konzeptes wurde maßgeblich durch das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt „Gläserner Forstbetrieb“ (Förderkennzeichen 01LC1603B) unterstützt. Darüber hinaus wurde die

einzelbetriebliche Erprobung durch das Waldklimafonds-Projekt „CO-2-OPT“ unterstützt, welches aus Mitteln des Waldklimafonds durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und das Bundesministerium für Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert wurde. Projektträger ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Die Autoren danken für die Unterstützung. Des Weiteren geht ein Dank an Herrn Dr. Kai Husmann, der sich an der statistischen Datenanalyse beteiligt hat sowie an den DFWR, der das Kalkulationstool über seine Homepage in die forstliche Praxis verbreitet. Schließlich möchten wir uns bei den anonymen GutachterInnen für die konstruktiv kritischen Verbesserungsvorschläge bedanken.

Literaturverzeichnis

- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2016) Der Wald in Deutschland : ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Berlin : BMEL, 52 p
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017) Holzmarktbericht 2016 : Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2016. Bonn : BMEL, 37 p
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018) Klimaschutzbericht 2017 : Zum Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung [online]. Zu finden in <https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutzbericht_2017_aktionsprogramm_bf.pdf> [zitiert am 16.01.2019]
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016) Klimaschutzplan 2050 : klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Berlin : Publikationsversand Bundesreg, 91 p
- Borys A, Lasch P, Suckow F, Reyer C (2013) Kohlenstoffspeicherung in Buchenbeständen in Abhängigkeit von Waldpflege und Klimawandel. *Allg Forst Jagdztg* 184(1/2):26–36
- Bösch M, Elsasser P, Rock J, Rüter S, Weimar H, Dieter M (2017) Costs and carbon sequestration potential of alternative forest management measures in Germany. *For Pol Econ* (78):88–97
- Bösch M, Jochem D, Weimar H, Dieter M (2015) Physical input-output accounting of the wood and paper flow in Germany. *Resources Conserv Recycl* (94):99–109
- Böswald K (1996) Zur Bedeutung des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt : eine Analyse am Beispiel des Bundeslandes Bayern. München : Frank, 147 p, Forstl Forschungsber München 159
- Böswald K, Wierling R (1997) Wald und Forstwirtschaft Niedersachsens im Kohlenstoffhaushalt. *SchR Aus dem Walde* 50:247–333
- Burschel P, Kürsten E, Larson BC (1993) Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt : eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland. München : Frank, 135 p, Forstl Forschungsber München 126
- Dieter M, Elsasser P (2002) Carbon stocks and carbon stock changes in the tree biomass of Germany's forests. *Forstwiss Centralbl* 121(4):195–210
- DFWR/DHWR – Deutscher Forstwirtschaftsrat/Deutscher Holzwirtschaftsrat e.V. (2015) Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland (RVR) [online]. Zu finden in <http://www.rvr-deutschland.de/docs/dynamisch/8302/rvr_gesamtdokument_2.aufgabe_stand_oktober_2015.pdf> [zitiert am 15.11.2018]
- EEA – Europäische Umweltagentur (2017) EEA greenhouse gas - data viewer. Zu finden in <<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer/>> [zitiert am 13.11.2018]
- Fischer C, Schönfelder E (2016) A modified growth function with interpretable parameters applied to the age-height relationship of individual trees. *Can J For Res* 47(2):166–173
- Fürstenau C, Badeck FW, Lasch P, Lexer MJ, Lindner M, Mohr P, Suckow F (2007) Multiple-use forest management in consideration of climate change and the interests of stakeholder groups. *Eur J Forest Res* 126(2):225–239

- Hansen J, Nagel J (2014) Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS : Anwendungen und theoretischen Grundlagen. Göttingen : Univ-Verl, 224 p, Beitr Nordwestdtischen Forstl Versuchsanst 11
- HessenForst (2004) Technische Richtlinie Forsteinrichtung 2004 für die Forsteinrichtung in Hessen gemäß der Hessischen Anweisung für Forsteinrichtungsarbeiten. Gießen : HessenForst, 122 p
- HMI – Holzmarktinfo (2016) Forst und Holz 2016. Bonn, 161 p
- Höllerl S, Bork J (2013) Die Kohlenstoffspeicherung von bewirtschafteten und unbewirtschafteten Fichtenbeständen unter Berücksichtigung von Ausfallrisiken – Aussagen nicht nur über Bestände der montanen Zone. Forstarchiv 84(2):52–64
- Höllerl S, Neuner M (2011) Kohlenstoffbilanz des Wald- und Holzsektors bewirtschafteter und unbewirtschafteter Bergmischwälder der Bayerischen Alpen. Forstarchiv 82(4):142–154
- Husmann K, Rumpf S, Nagel J (2018) Biomass functions and nutrient contents of European beech, oak, sycamore maple and ash and their meaning for the biomass supply chain. J Cleaner Prod 172:4044–4056
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) Guidelines for national greenhouse gas inventories : vol 4: Agriculture, forestry and other land use [online]. Zu finden in <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html> [zitiert am 15.11.2018]
- Jochem D, Janzen N, Weimar H (2016) Estimation of own and cross price elasticities of demand for wood-based products and associated substitutes in the German construction sector. J Cleaner Prod 137:1216–1227
- Jochem D, Weimar H, Bösch M, Mantau U, Dieter M (2015) Estimation of wood removals and fellings in Germany : a calculation approach based on the amount of used roundwood. Eur J Forest Res 134(5):869–888
- Klein D, Schulz C (2012) Die Kohlenstoffbilanz der Bayerischen Forst- und Holzwirtschaft. Freising : LWF, 178 p
- Knauf M (2015) A multi-tiered approach for assessing the forestry and wood products industries' impact on the carbon balance. Carbon Balance Manag 10(4):1–11
- Knauf M, Frühwald A, Köhl M (2013) Wald und Klimaschutz in NRW : Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz ; Langfassung der Studie. Münster : Landesbetrieb Wald und Holz NRW, 198 p
- Knauf M, Mues V, Frühwald A, Schnellbächer HJ, Holtkämper V, Krienmeier U, Köhl M (2017) Klimaschutzleistung der Forst- und Holzwirtschaft lokal bewerten. AFZ Wald(14):19–22
- Knauf M, Mues V, Frühwald A, Schnellbächer HJ, Strimbu V, Köhl M, Holtkämper V, Krienmeier U (2016) Analyse der Klimaschutzleistung von Forstbetrieben : Waldklimafondsprojekt >>Beklifuh<< entwickelt Softwaretool zur lokalen Bewertung. Holz-Zentralblatt(47):1160–1162
- Knigge W, Schulz H (1966) Grundriss der Forstbenutzung : Entstehung, Eigenschaften, Verwertung und Verwendung des Holzes und anderer Forstprodukte. Hamburg : Parey, 584 p
- Köhl M, Hildebrandt R, Olschofsky K, Köhler R, Rötzer T, Mette T, Pretzsch H, Köthke M, Dieter M, Abiy M, Makeschin F, Kenter B (2010) Combating the effects of climatic change on forests by mitigation strategies. Carbon Balance Manag 5(8):1–9
- Ladegaard-Pedersen P, Elberling B, Vesterdal L (2005) Soil carbon stocks, mineralization rates, and CO₂ effluxes under 10 tree species on contrasting soil types. Can J For Res 35(6):1277–1284
- Landesforsten Rheinland-Pfalz (2009) Technische Erläuterungen zum Verfahren der mittelfristigen Forst- Betriebsplanung (VV-Forst-Betriebsplanung). Zentrale der Forstverwaltung Koblenz: Landesforsten Rheinland-Pfalz, 140 p
- Liski J, Palosuo T, Peltoniemi M, Sievänen R (2005) Carbon and decomposition model Yasso for forest soils. Ecol Model 189(1–2):168–182
- Loft L, Lux A (2010) Ecosystem services : eine Einführung [online]. Zu finden in <https://www.researchgate.net/publication/257932350_Ecosystem_Services_-_Eine_Einfuehrung> [zitiert am 05.12. 2018]
- Mues V, Knauf M, Köhl M, Frühwald A (2017) Bewertung der Klimaschutzleistung der Forst- und Holzwirtschaft auf lokaler Ebene (BEKLIFUH) : Schlussbericht und Dokumentation. Bielefeld : Knauf Consulting, 73 p
- Mund M, Frischbier N, Profft I, Raacke J, Richter F, Ammer C (2015) Klimaschutzwirkung des Wald- und Holzsektors : Schutz- und Nutzungsszenarien für drei Modellregionen in Thüringen. Bonn-Bad Godesberg : BfN, 168 p
- Mund M, Kummert E, Hein M, Bauer GA, Schulze E-D (2002) Growth and carbon stocks of a spruce forest chronosequence in central Europe. For Ecol Manage 171(3):275–296
- Mund M, Schulze E (2006) Impacts of forest management on the carbon budget of European beech (*Fagus sylvatica*) forests. Allg Forst Jagdztg 177(3):47–63
- Neumann M, Moreno A, Mues V, Härkönen S, Mura M, Bouriaud O, Lang M, Achten WMJ, Thivolle-Cazat A, Bronisz K (2016) Comparison of carbon estimation methods for European forests. For Ecol Manage 361:397–420
- Niedersächsische Landesforsten (2012) Forsteinrichtung in den Niedersächsischen Landesforsten. Wolfenbüttel : Nieders Landesforsten, 46 p
- Oehmichen K, Demant B, Dunger K, Grüneberg E, Henning P, Kroihner F, Neubauer M, Polley H, Riedel T, Rock J, Schwitzgiebel F, Stümer W, Wellbrock N, Ziche D, Bolte A (2011) Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald. Braunschweig : vTI, 164 p, Landbauforsch SH 343
- Offer A, Staupendahl K (2009) SCHWERPUNKT-Neue Bestandessortentafeln für die Waldbewertung und ihr Einsatz in der Bewertungspraxis. Forst Holz 64(5):16–25
- Offer A, Staupendahl K (2018) Holzwerbungskosten- und Bestandessortentafeln. Kassel : HessenForst
- Pistorius T, Zell J (2005) Die Dynamik der Kohlenstoffvorräte in Baden-Württemberg zwischen 1987 und 2002 : Veränderungen in der Waldbiomasse und Modellierung der Holzproduktspeicher. Allg Forst Jagdztg 176(6/7):111–119
- Pistorius T, Zell J, Hartebrodt C (2006) Untersuchungen zur Rolle des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt des Landes Baden-Württemberg. Freiburg : Forstl Versuchs Forschungsanstalt Baden-Württemberg, 210 p, Ber Freiburger Forstl Forsch 73
- Pretzsch H (2009) Forest dynamics, growth and yield : from measurement to model. Berlin : Springer, 664 p
- Pretzsch H (2010) Gesetzmäßigkeiten der Kronenformentwicklung und Wuchsräumbesetzung : Querschnittsanalyse auf der Basis langfristiger Versuchsfelder. Jahrestagung DVFFA-Sektion Ertragskunde 2010:96–108
- Pretzsch H (2016) Ertragstafel-Korrekturfaktoren für Umwelt- und Mischungseffekte. AFZ Wald (14):47–50
- Prietz J, Bachmann S (2012) Changes in soil organic C and N stocks after forest transformation from Norway spruce and Scots pine into Douglas fir, Douglas fir/spruce, or European beech stands at different sites in Southern Germany. For Ecol Manage 269:134–148
- Profft I, Mund M, Weber G-E, Weller E, Schulze E-D (2009) Forest management and carbon sequestration in wood products. Eur J For Res 128(4):399–413
- Richards FJ (1959) A flexible growth function for empirical use. J Exp Bot 10(2):290–301
- Rumpf S, Nagel J, Schmidt M (2011) Biomasseschätzfunktionen von Fichte (*Picea abies* [L.] Karst), Kiefer (*Pinus sylvestris* [L.] Karst), Buche (*Fagus sylvatica* [L.] Karst), Eiche (*Quercus robur* und *Petraea* [L.] Karst) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* [L.] Karst) für Nordwestdeutschland : Möglichkeiten und Grenzen der Vollbaumnutzung ; Ergebnisbericht. Hann Münden : Nordwestdtische Forstl Versuchsanst
- Rüter S (2011) Welchen Beitrag leisten Holzprodukte zur CO₂-Bilanz? AFZ Wald 66(15):15–18
- Rüter S, Rock J, Köthke M, Dieter M (2011) Wie viel Holznutzung ist gut fürs Klima? Die CO₂-Bilanzen unterschiedlicher Nutzungsszenarien 2013 – 2020. AFZ Wald 66(15):19–21
- Rüter S, Stümer W, Dunger K (2017) Treibhausgasbilanzierung der WEHAM-Szenarien. AFZ Wald 72(13):30–31
- Rüter S, Werner F, Forsell N, Prins C, Vial E, Levett A-L (2016) ClimWood2030 : climate benefits of material substitution by forest biomass and harvested wood products ; perspective 2030 ; final report. Braunschweig : Johann Heinrich von Thünen-Inst 142 p, Thünen Rep 42
- Sathre R, O'Connor J (2010a) Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. Environ Sci Pol 13(2):104–114
- Sathre R, O'Connor J (2010b) A synthesis of research on wood products and greenhouse gas impacts. Vancouver : FPInnovation, Technical Report TR-19R
- Schnellbächer HJ (2017) Simulation mit dem BEKLIFUH-Softwaretool erstellen. AFZ Wald 72(14):27–29
- Schulz C, Wördehoff R, Nagel J, Spellmann H (2017) Teilergebnisse aus dem Waldklimafonds-Projekt CO-2-OPT. AFZ Wald (21):26–29
- Schweinle J, Köthke M, Englert H, Dieter M (2018) Simulation of forest-based carbon balances for Germany : a contribution to the 'carbon debt' debate. WIREs Energy Environ 7(1):1–15

- Sprauer S, Nagel J (2014) Produktivitätsvergleich von Rein- und Mischbeständen von Fichte und Buche mit dem Wachstumssimulationspaket TreeGrOss. Jahrestagung DVFFA-Sektion Ertragskunde 2014
- Staupendahl K, Schmidt M (2016) Kalibrierung der Ertragstafeln für die Hauptbaumarten in Hessen mithilfe der Daten der Bundeswaldinventur. *Allg Forst Jagdztg* 187(9/10):197–216
- StBA – Statistisches Bundesamt (2015) Forstwirtschaftliche Bodennutzung : Holzeinschlagsstatistik [online]. Zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/WaldundHolz/Holzeinschlag2030331157004.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 15.11.2018]
- Thünen-Institut (2018a) Dritte Bundeswaldinventur : Ergebnisdatenbank [online]. Zu finden in <<https://bwi.info>> [zitiert am 14.11.2018]
- Thünen-Institut (2018b) Dritte Bundeswaldinventur : Ergebnisdatenbank: Auftragskürzel: 77Z1JL_L235of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2014-6-10 16:7:59.927, Überschrift: Waldfläche (gemäß Standflächenanteil) [ha] nach Baumartengruppe und Baumaltersklasse, Filter: Jahr=2012, zu finden in <<https://bwi.info>> [zitiert am 14.11.2018]
- Thünen-Institut (2018c) Dritte Bundeswaldinventur : Ergebnisdatenbank: Auftragskürzel: 77Z1JL_L634of_2012_bi, Archivierungsdatum: 2014-6-5 9:19:26.603, Überschrift: Vorrat [1000 m³] nach Baumartengruppe und Baumaltersklasse, Filter: Jahr=2012, zu finden in <<https://bwi.info>> [zitiert am 14.11.2018]
- Thünen-Institut (2018d) Dritte Bundeswaldinventur : Ergebnisdatenbank: Auftragskürzel: 77Z1PA_L459mf_0212_biHb, Archivierungsdatum: 2014-8-19 3:25:35.630, Überschrift: Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [1000 m³/a] nach Baumartengruppe und Baumaltersklasse zur Periode=2002-2012, zu finden in <<https://bwi.info>> [zitiert am 14.11.2018]
- Thünen-Institut (2018e) Dritte Bundeswaldinventur : Ergebnisdatenbank: Auftragskürzel: 77Z1PA_L459mf_0212_biHb, Archivierungsdatum: 2014-8-19 3:25:35.630, Überschrift: Vorrat des ausgeschiedenen Bestandes [1000 m³/a] nach Baumartengruppe und Baumaltersklasse zur Periode=2002-2012, zu finden in <<https://bwi.info>> [zitiert am 14.11.2018]
- Thünen-Institut (2018f) Dritte Bundeswaldinventur : Ergebnisdatenbank: Auftragskürzel: 77Z1PB_L458mf_0212_biHb, Archivierungsdatum: 2014-12-22 20:23:36.107, Überschrift: Zuwachs des Vorrates [1000 m³/a] nach Baumartengruppe und Baumaltersklasse zur Periode=2002-2012, zu finden in <<https://bwi.info>> [zitiert am 14.11.2018]
- Thünen-Institut (2018g) Holzeinschlag und Rohholzverwendung : Zahlen & Fakten [online]. Zu finden in <<https://www.thuenen.de/de/wf/zahlen-fakten/produktion-und-verwendung/holzeinschlag-und-rohholzverwendung/>> [zitiert am 15.12.2018]
- UBA – Umweltbundesamt (2016) Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 – 2014 : Arbeitsstand: 25.11.2015 [online]. Zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/nationale_trendtabellen_fuer_die_deutsche_berichterstattung_atmosphaerischer_emissionen_1990-2014.xlsx> [zitiert am 15.11.2018]
- UBA – Umweltbundesamt (2017) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2017 : nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2015. Dessau : UBA, 1090 p
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2017a) Table 4 : a sectoral background data for land use, land-use change and forestry : forest land [online]. Zu finden in <<https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories/submissions-of-annual-greenhouse-gas-inventories-for-2017>> [zitiert am 15.11.2018]
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2017b) Table 4 : Gs1 sectoral background data for land use, land-use change and forestry : harvested wood products (HWP) [online]. Zu finden in <<https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories/submissions-of-annual-greenhouse-gas-inventories-for-2017>> [zitiert am 15.11.2018]
- Utschig H, Herling H, Pretzsch H (2006) Veränderte Umweltbedingungen schaffen 13 Prozent mehr Wachstum : Wuchsdynamik auf Versuchsflächen weicht erheblich von den Ertragstafelwerten ab. *LWF aktuell* (52):44–46
- Weingarten P, Bauhus J, Arens-Azevedo U, Balmann A, Biesalski HK, Birner R, Bitter AW, Bokelmann W, Bolte A, Bösch M (2016) Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. Berlin : BMEL, 479 p, Ber Landwirtschaft SH 222
- Wellbrock N, Grüneberg E, Stümer W, Rüter S, Ziche D, Dunger K, Bolte A (2014) Wälder in Deutschland speichern Kohlenstoff. *AFZ Wald*(18):38–39
- Wellbrock N, Bolte A, Flessa H (2016) Dynamik und räumliche Muster forstlicher Standorte in Deutschland : Ergebnisse der Bodenzustandserhebung im Wald 2006 bis 2008. Braunschweig : Johann Heinrich von Thünen-Inst, 495 p, Thünen-Rep 43
- Wirth C, Schulze ED, Schwalbe G, Tomczyk S, Weber G, Weller E, Böttcher H, Schumacher J, Vetter J (2004) Dynamik der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens : Abschlussbericht zur 1. Phase des BMBF-Projektes „Modelluntersuchung zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls“. Gotha : Thüringer Landesanst Wald Jagd Fischerei, 308 p, Mitt Thür Landesanst Wald Jagd Fischerei 23
- Wördehoff R (2016) Kohlenstoffspeicherung als Teilziel der strategischen Waldbauplanung : erläutert an Reinbeständen verschiedener Baumarten in Niedersachsen. Göttingen : Univ, 191 p
- Wördehoff R, Fischer C, Spellmann H (2017a) II. Cluster- und Kohlenstoffstudie : Forst und Holz Niedersachsen. Göttingen : Universitätsverl, 39 p
- Wördehoff R, Fischer C, Spellmann H (2017b) II. Cluster- und Kohlenstoffstudie Forst und Holz Sachsen-Anhalt [online]. Zu finden in <https://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Verwaltung/Publikationen/2017/Woerdehoff_et_al_2017_Cluster-_u_Kohlenstoffstudie_ST_NW-FVA.pdf> [zitiert am 15.11.2018]
- Wördehoff R, Fischer C, Spellmann H (2017c) II. Cluster- und Kohlenstoffstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein [online]. Zu finden in <https://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Verwaltung/Publikationen/2017/Woerdehoff_et_al_2017_Cluster-_u_Kohlenstoffstudie_S-H_NW-FVA.pdf> [zitiert am 15.11.2018]
- Wördehoff R, Spellmann H, Evers J, Nagel J (2011) Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen [online]. Zu finden in <https://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Verwaltung/Publikationen/2011/NWFVA6_kohlenstoffstudie_Fr.pdf> [zitiert am 15.11.2018]

Privatwaldeigentümer in Deutschland: Ergebnisse einer bundesweiten Telefonbefragung von Personen mit und ohne Waldeigentum

Philine Feil*, Christoph Neitzel*, Björn Seintsch* und Matthias Dieter*

Zusammenfassung

Forstpolitik in Deutschland hat neben den Herausforderungen des Klimawandels auch steigende und konkurrierende Ansprüche der Gesellschaft an die Ökosystemleistungen des Waldes zu bewältigen. Dem Privatwald mit etwa der Hälfte der Waldfläche in Deutschland kommt in der Forstpolitik eine hohe Bedeutung zu. Pluralisierung, Urbanisierung und Digitalisierung erfordern zudem eine Anpassung der forstpolitischen Instrumente zur Schaffung des gesetzlich angestrebten Interessenausgleichs zwischen Privatwaldeigentümern (PWE) und der übrigen Gesellschaft. Viele der hierfür notwendigen Informationen zu beiden Gruppen fehlten bisher.

Auf Basis einer bundesweit repräsentativen Telefonbefragung von PWE und der übrigen Gesellschaft ist es mit der vorliegenden Studie gelungen, einen Teil der bestehenden Wissenslücken zu schließen.

Der Anteil der PWE an der Bevölkerung liegt bei 3 % und entspricht 1,82 Mio. Personen. Durch Eigentümerwechsel werden jährlich etwa 65.000 Menschen neue Waldeigentümer. Die PWE als ein Teil der Gesellschaft weichen in ihrer Lebenssituation im geringen Umfang vom Durchschnitt der übrigen Gesellschaft ab. Zudem liegt erstmalig eine Zuordnung der PWE zu sozialen Milieus vor, was Anknüpfungspunkte für eine gezieltere Ansprache bietet. Weiterhin deutet sich an, dass Potenziale für eine vermehrte Aktivierung von PWE für Waldbehandlungsmaßnahmen, die auch mehrheitlich gesellschaftliche Akzeptanz finden, bestehen.

Die Verstetigung solcher Befragungen wird als elementare Voraussetzung einer evidenzbasierten Forstpolitikberatung erachtet.

Schlüsselwörter: *Privatwaldeigentümer, Wald und Gesellschaft, Waldbehandlungsmaßnahmen, Handlungsbereitschaft, Waldfunktionen, Telefonbefragung, Soziodemographie*

Abstract

Forest owners in Germany: Results of a nationwide survey of persons with and without forest property

In addition to the challenges of climate change, forest policy in Germany has to cope with increasing and competing demands of society on the ecosystem services of the forest. The private forest with about half of the forest area in Germany is of great importance for forest policy. Pluralization, urbanization and digitization also require an adaptation of forest policy instruments to create the legally desired balance of interests between private forest owners and the rest of society. Many of the information about both groups necessary for this adaptation has been missing so far.

Based on a nationwide representative telephone survey of private forest owners and the rest of society, the present study has succeeded in closing part of the existing knowledge gaps.

The share of private forest owners in the population is 3 % and corresponds to 1.82 million people. Because of the change in ownership, about 65,000 people become new forest owners each year. Private forest owners as part of society deviate only slightly in their life situation from the average of the rest of society. For the first time, there is an allocation of the private forest owners to social milieus, which provides a starting point for a more targeted approach in communication. Furthermore, there is evidence that there are potentials for an increased activation of private forest owners for forest management activities, which in the majority also have societal acceptance.

The continuation of such surveys is considered an elementary prerequisite of evidence-based forest policy advice.

Keywords: *private forest owners, forest and society, forest management practices, willingness to act, forest functions, telephone survey, social demographics*

* Johann-Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie, Leuschnerstraße 91, 21031 Hamburg

1 Problemstellung

Neben den globalen Herausforderungen des Klimawandels sind seitens der Gesellschaft steigende und konkurrierende Ansprüche an die Bereitstellung von Nutz-, Schutz- und Erholungsleistungen des deutschen Waldes zu beobachten, welche zu Zielkonflikten führen. Zum Interessenausgleich ist die Politik deshalb aufgefordert, geeignete Rahmenbedingungen zu setzen (BMELV, 2011). Dem Privatwald kommt beim Klimaschutz und den Umsetzungsmöglichkeiten gesellschaftlicher Ansprüche eine hohe Bedeutung zu, denn von den 11,4 Mio. Hektar Wald in Deutschland befinden sich 48 % in privatem Eigentum. Regional bestehen bei den Flächenanteilen erhebliche Unterschiede, diese reichen von 24 % in Hessen bis 67 % in Nordrhein-Westfalen (BMEL, 2012). Entscheidend für die Umsetzung von Maßnahmen auf diesen Flächen sind deren Eigentümer. Privatwaldeigentümer (PWE) werden im vorliegenden Artikel als Eigentümer oder Miteigentümer (z.B. Erbengemeinschaft) einer Waldfläche mit persönlichem Grundbucheintrag, unabhängig von der Flächengröße, definiert. Zur Anzahl an Privatwaldeigentümern in Deutschland liegen lediglich Schätzungen vor. Diese schwanken bislang zwischen 1,3 Mio. (Schraml und Hårdter, 2002) und 2,0 Mio. (Mrosek et al., 2005). Von den insgesamt 48 % Privatwald in Deutschland machen Wälder unter 20 ha die Hälfte aus. Sie haben einen Gesamtanteil von 24 % der deutschen Waldfläche (BMEL, 2012), enthalten jedoch die Mehrzahl der PWE. Im vorliegenden Artikel wird Kleinprivatwald als Eigentum mit weniger als 20 ha (BMEL, 2012; Hennig, 2016) und Kleinstprivatwald als Eigentum mit weniger als 5 ha (Pröbstl-Haider et al., 2017) definiert. In einer Sonderauswertung der dritten Bundeswaldinventur (BWI) wurde der Anteil des Kleinstprivatwaldes unter 5 ha an der begehbaren Holzbodenfläche von Hennig (2018) auf etwa 12 % abgeschätzt. Obwohl zwischen der zweiten und dritten BWI der Jahre 2002 und 2012 der Holzeinschlag im Privatwald deutlich gestiegen ist und demnach eine erfolgreiche Holzmobilisierung stattfand, liegt der jährliche Einschlag im Kleinprivatwald bis 20 ha mit 6,2 Efm/ha immer noch geringfügig unter dem Durchschnitt aller Eigentumsarten von 7,0 Efm/ha (BMEL, 2012; BMEL, 2014).

Für Deutschland und Europa kann in den letzten Jahrzehnten eine Veränderung der Waldeigentümerstruktur aufgrund vielfältiger Ursachen festgestellt werden (Schraml und Hårdter, 2002; Weiss et al., 2018). So besteht inzwischen eine steigende Vielfalt des Kleinprivatwaldes mit einer großen Anzahl an Eigentümern unterschiedlicher Besitzgrößen, Lebenssituationen und Zielen, welche über rein erwerbswirtschaftliche Vorstellungen hinausgehen (Ficko et al., 2017; Haugen et al., 2016; Mostegl et al., 2017; Volz, 2001).

In Deutschland waren bis zum Agrarstrukturwandel große Teile des Privatwaldeigentums an landwirtschaftliche Voll- oder Nebenerwerbsbetriebe angegliedert. Dieser Umstand prägt heute noch den Umgang mit PWE, welche ursprünglich auf den materiellen Nutzen, den sie aus ihrem Eigentum ziehen konnten, angewiesen waren (Schraml, 2006). Innerhalb der letzten 60 Jahre kam es jedoch laut Selter (2006) durch verschiedene Faktoren, wie bspw.

sinkendes landwirtschaftliches Einkommen oder bequemere Lebensbedingungen außerhalb des Primärsektors, zum Wandel, so dass die Waldbewirtschaftung inzwischen im Spannungsfeld zwischen dem Anpassungsdruck des Agrarstrukturwandels und der Aufrechterhaltung von Strukturen, die eine Bewirtschaftung der Waldfläche im Familienbetrieb erlauben, stehen. In der Folge reagierten die verbleibenden Betriebe mit sehr individuellen Lösungen, um neue Einkommensquellen zu erschließen, bspw. mit Tourismus, Dienstleistungen oder Direktvermarktung (Selter, 2006). Neben der Einkommensfunktion hat der Wald für viele PWE auch zunehmend eine Bedeutung als Hobby- und Freizeitbeschäftigung gewonnen (Borgstädt, 2005; Schraml, 2006; Ziegenspeck et al., 2004; Živojinović et al., 2015).

Seit dem Jahr 2000 finden sich rund 30 Studien zum Kleinprivatwald in Deutschland, von denen die Mehrzahl regional für Bayern und Baden-Württemberg durchgeführt wurden (Bieling, 2003; Bieling und Schraml, 2004; Bittner und Hårdter, 2003; Hårdter, 2003, Hårdter, 2004; Hartebrodt und Bitz, 2007; Hock et al., 2013; Koch und Gaggermeier, 2012; Krafft et al., 2003; Schaffner, 2001; Schreiber und Hastreiter, 2011; Wippel et al., 2011). Überwiegend handelt es sich hierbei um nicht referierte Literatur. Als Erhebungsmethodik wurden in der Mehrzahl der Studien Telefonbefragungen von PWE unter 200 ha Wald durchgeführt. In geringerem Umfang erfolgten auch schriftliche Befragungen von PWE oder indirekte Befragungen anderer Akteure, wie z.B. in der Privatwaldbetreuung tätige Förster. Die bisher einzige bundesweite Umfrage zum Privatwald stammt aus dem Jahr 1999 von Schraml und Hårdter (2002). Diese führten eine Befragung zum Thema Waldeigentum in der deutschen Bevölkerung durch ($n = 2.818$) und konnten darunter 248 PWE identifizieren und mit der Bevölkerung vergleichen. Nach Schraml und Hårdter (2002) leben PWE häufiger in kleineren Orten und in Mehrpersonenhaushalten. Ebenso zeichnen sie sich durch eine insgesamt höhere Relevanz des Waldes innerhalb des eigenen Lebensstils aus. Gleichzeitig wurde aber deutlich, dass ein Teil der PWE, der je nach zugrunde gelegtem Verständnis von Urbanität¹ einen unterschiedlichen Anteil aufweist, von den Nicht-PWE kaum zu unterscheiden ist. Diese Gruppe „urbaner“ PWE lebt keineswegs nur in Städten, d.h. der Wohnort allein ist nicht ausschlaggebend für eine urbane Lebensführung. Ebenso wurde die populäre These, dass der Wald im Leben von städtischen PWE generell eine geringere Rolle spielt, widerlegt (Schraml und Hårdter, 2002).

Im Mittelpunkt der meisten deutschen Privatwaldstudien der jüngeren Vergangenheit stehen die Lebensumstände, das Verhalten, die Interessen und Motive der PWE als Typisierungskriterien. Auch für Europa liegen zahlreiche Länderstudien mit Typologien der PWE seit dem Jahre 1985 vor (Ficko et al., 2017). Ein zentrales Ziel der Studien ist die Beschreibung der neuen PWE als eine Personengruppe mit abweichendem Verhalten im Vergleich zu den klassischen,

¹ Neben der Größe des Wohnortes wurden auch Informationen über die Lebensform, politische Ansichten, Einstellung zur Holznutzung sowie Daten über Häufigkeit und Art der Tätigkeiten im Wald herangezogen, um die Urbanität von Personen zu beschreiben (Schraml und Hårdter, 2002).

nutzungsorientierten PWE (Becker und Borchers, 2000; Bieling, 2003; Bittner und Hårdter, 2003; Selter, 2006). Nicht nur bei den verschiedenen PWE-Typen lassen sich verschiedene Ziele und Motive feststellen, sondern auch ein einzelner PWE kann vielfältige Motive, z.T. mit unterschiedlichen Bedeutungsgraden, in seinem Wald verfolgen (Krause, 2010). Trotz aller Vielfalt gibt es jedoch Gemeinsamkeiten der PWE, welche in verschiedenen Studien bestätigt wurden. Dies sind das Bedürfnis nach wirtschaftlicher Unabhängigkeit, ein hohes Naturschutzbewusstsein sowie der Wunsch nach effektiver Holznutzung (Becker und Borchers, 2000; Ziegenspeck, 2001; Ziegenspeck et al., 2004). Auch der Erhalt des Waldes wird als gemeinsamer Wert der Mehrzahl der PWE angeführt (Schaffner, 2008; Schraml und Hårdter, 2002). Nicht-monetäre Ziele (v.a. Freizeitnutzung) werden wichtiger für PWE, je kleiner das Waldeigentum ist (Becker und Borchers, 2000; Judmann, 1998). Für die deutsche Bevölkerung insgesamt wird angenommen, dass sich aufgrund erhöhter Mobilität und gestiegenen Wohlstands seit den 1960er Jahren keine statischen sozialen Klassen mehr ausbilden, sondern sich diese ineinander verflechten, so dass man eher von Lebensstilen oder sozialen Milieus sprechen kann (Ziegenspeck et al., 2004). Die Generalthese, dass bestimmte Merkmalskombinationen auch bestimmte Handlungen zur Folge haben, wurde zum Teil durch bisherige Studien bestätigt (Schaffner, 2008). Die Motive für Waldbewirtschaftung ergeben sich demnach aus Strukturmerkmalen, wie z.B. Erwerbsform und Waldbesitzgröße (Bieling, 2003). Andererseits weisen Schraml und Hårdter (2002) darauf hin, dass aufgrund der großen Vielfalt des Waldeigentums inzwischen kein Rückschluss von diesem auf bestimmte Motive, Interessen und Einstellungen mehr möglich zu sein scheint. Karppinen (1998) bestätigte in einer finnischen Studie, dass Einstellungen der PWE nicht unbedingt in bestimmte Handlungen münden müssen. Im konkreten Fall bedeutete dies, dass nicht die rein ökonomisch eingestellten PWE die aktivsten Holznutzer waren, sondern diejenigen, welche mehrere Ziele verfolgen und neben den monetären Leistungen auch die Gemeinwohl- und Erholungsleistungen ihres Waldes betonen. Die bisherigen Studien informieren darüber, welche Einstellungen die PWE besitzen. Für Schlussfolgerungen zu den konkreten Handlungen und Handlungsbereitschaften der PWE in ihrem Waldeigentum haben sie hingegen eine eingeschränkte Aussagekraft. Auch war ihr Eingang in die Praxis bisher kaum von Bedeutung. Die vorhandenen Arbeiten waren häufig nicht anschlussfähig für die in der forstlichen Beratung Tätigen (Schraml, 2018).

Kenntnisse zu den unterschiedlichen Lebenssituationen und Zielen der Eigentümer sind, neben Informationen zum Waldeigentum selbst, essentiell für die Ausgestaltung von Beratungs- und Betreuungsangeboten für die PWE. Häufig zielen Beratungs- und Betreuungsangebote vornehmlich auf die Holznutzung ab, was dazu führt, dass damit aktuell nur ein Teil der PWE erreicht wird (BOKU, 2010; Huff et al., 2017; Sotirov et al., 2017; Weiss et al., 2017; Živojinović et al., 2015). Europaweite Literaturanalysen bestätigen dies und deuten darauf hin, dass Erfahrungen aus dem Management von Staats- oder Großprivatwaldbetrieben nicht auf Waldeigentümer aller

Größenklassen übertragen werden können (Pröbstl-Haider et al., 2017; Sotirov et al., 2017; Weiss et al., 2017). Im Hinblick auf die neuen PWE bestehen zudem vor allem im forstlichen Management vor dem Hintergrund der Klimawandelanpassung und -änderung noch Kenntnislücken (Pröbstl-Haider et al., 2017).

Um diesen Defiziten entgegen zu wirken, wollen Bund und Länder daher den Kleinprivatwald in Deutschland neben der Holznutzung zukünftig in den Themenfeldern Waldpflege, Anpassung an den Klimawandel, Abwehr biotischer Schäden und Naturschutz unterstützen (BMEL, 2014). Ebenso ist es in Deutschland forstpolitisches Ziel, eine breite Streuung des privaten Eigentums und damit eine Vielfalt der Wälder zu erhalten (BMELV, 2011). Aufgrund von kartell- und beihilferechtlichen Bedenken zeichnet sich in einigen Bundesländern weiterhin eine grundlegende Neuausrichtung in der Organisation der öffentlichen Beratungs- und Betreuungsangebote für den PWE ab (Haupt, 2018; MUEEF-RLP, 2018).

Volz (2001) beschreibt die Kenntnis über Eigentümerziele als wichtige Voraussetzung, um die Ansprüche der Gesellschaft an den Wald mit den Zielen der PWE in Einklang zu bringen. Bislang liegen lediglich wenige empirische Erhebungen vor, in denen der Zuspruch der Gesellschaft für spezielle Waldbehandlungsmaßnahmen abgefragt wird. Ein Abgleich der Ziele der PWE mit der Zustimmung der übrigen Gesellschaft fand bislang nicht statt. Eine Studie aus Schweden deutet allerdings darauf hin, dass PWE und die übrige Gesellschaft sich zwar unterscheiden, die Abweichungen zwischen beiden Gruppen aber kleiner werden (Haugen et al., 2016). Auch eine Studie für Europa bekräftigt dies und schlussfolgert, dass die Ziele der Gesellschaft und der PWE sich langfristig mehr und mehr angleichen werden (Weiss et al., 2017).

Die Deutschen sahen sich nach Wippermann und Wippermann (2010) über Jahrhunderte als Waldvolk und auch heute nimmt der Wald im Naturverständnis der Deutschen einen bedeutenden Platz ein. Vor diesem Hintergrund sind Waldbesucher und deren Einstellungen ein forstwissenschaftlich gründlich ausgeleuchtetes Forschungsfeld (Bethmann und Wurster, 2016). Untersuchungen der gesamten Gesellschaft zu deren Ansprüchen an den Wald, also nicht nur der aktiven Waldnutzer, wurden dagegen in geringerem Umfang durchgeführt. Insbesondere für politische Entscheidungsträger ist die Meinung der Majorität der Bevölkerung jedoch ein wesentliches Kriterium, um eigene oder fremde Themen und Vorhaben in der politischen Arena zu bewerten und das eigene Vorgehen zu planen (Suda und Schaffner, 2013). In wenigen bundesweiten Bevölkerungsumfragen seit dem Jahr 2000 wurde das Thema Wald überhaupt aufgegriffen, so etwa in der Naturbewusstseinsstudie, eine wiederholte Bevölkerungsbefragung zu Natur und biologischer Vielfalt. Diese befasst sich hauptsächlich mit Themen der Landwirtschaft und Stadtnatur, doch sie beinhaltet auch einige Fragen zum Wald. So wurde beispielsweise die Akzeptanz in der Gesellschaft zu Veränderungen im Wald durch die Energiewende erhoben (BMUB und BfN, 2016). Elsasser (2007) verglich Einstellungen von Stakeholdern des nationalen Forstprogrammes zu deren politischen Handlungsempfehlungen mit Einstellungen der Bevölkerung zu denselben

Themen. Hierbei zeigte sich, dass die Bevölkerung die politischen Ziele für wichtig hält, aber deren Relevanz und Implementierung oft anders bewertet als die Stakeholder. Eine ebenfalls bundesweite Studie aus dem Jahr 2010 befasste sich auf der Basis der Sinus-Milieus² mit den Einstellungen der Bevölkerung zum Wald und zur nachhaltigen Forstwirtschaft. Hierzu wurden spezifische Waldeinstellungsmuster mit einer allgemeinen Milieu-Typologie verknüpft und im lebensweltlichen Kontext des Einzelnen verortet (Wippermann und Wippermann, 2010).

Im Jahr 2013 wurden im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzerverbände e.V. (AGDW) 1.002 Bundesbürger ab 18 Jahren zur Bedeutung des Waldes und des Rohstoffes Holz befragt (Rolland und Werner, 2014). Ein Ergebnis war, dass über die Hälfte der Befragten dem Rohstoff Holz eine wichtige Bedeutung beimessen. In einer Studie aus dem Jahr 2016 wurden 1.052 Teilnehmer zu deren Ansichten und Einstellungen zu Wald und Forstwirtschaft in Deutschland befragt (Lorenz und Elsasser, 2018). Ein zentrales Ergebnis dieser Studie war, dass Stadt- und Landbevölkerung sich in den jeweiligen Einstellungen zum Wald in Deutschland deutlich unterscheiden. So steht für die Stadtbevölkerung vorrangig die Bedeutung des Waldes für den Umweltschutz im Vordergrund, für die Bewohner von ländlichen Räumen hingegen die wirtschaftliche Funktion des Waldes als Holzlieferant. Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Pluralisierung, Urbanisierung und Digitalisierung der deutschen Gesellschaft und sich abzeichnender Veränderungen der öffentlichen Beratungs- und Betreuungsangebote für die PWE stellen sich der Forstpolitik für zukünftige Lösungsansätze zur Erreichung eines Interessensausgleichs zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft zahlreiche Fragen:

- i. Wie viele PWE existieren in Deutschland und in welchem Umfang findet ein jährlicher Eigentümerwechsel statt?
- ii. Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Lebensumständen bestehen zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft?
- iii. Bestehen zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft Unterschiede bei der Einstellung zur vermehrten Durchführung von Maßnahmen, die der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes dienen?
- iv. Welche Handlungsbereitschaften haben PWE für spezielle Waldbehandlungsmaßnahmen und welche Befürwortung finden diese in der übrigen Gesellschaft?

Die vorliegende Studie und die ihr zugrundeliegende Befragung der deutschen PWE und der übrigen Gesellschaft ist in das vom Waldklimafonds geförderte Verbundprojekt „Klimaschutz durch Kleinprivatwald – für Eigentümer und Gesellschaft“ (KKEG) eingebettet. Das übergeordnete Projektziel ist es, Potenziale für neue und verbesserte Angebote an die PWE, welche im Einklang mit den gesellschaftlichen Ansprüchen

stehen, aufzuzeigen. Die übergeordnete wissenschaftliche Forschungsfrage hierbei ist, welche Einflussfaktoren die Handlungsbereitschaften von PWE bestimmen. Auf diese Forschungsfrage wurden der theoretische Rahmen und das empirische Erhebungskonzept maßgeblich ausgerichtet. Dieser Forschungsfrage wird in einer eigenständigen Studie nachgegangen.

Im Folgenden werden der theoretische Rahmen der Befragung sowie Erhebungsinstrument und -methode vorgestellt. Danach erfolgt im dritten Kapitel eine Vorstellung der empirischen Ergebnisse. Im abschließenden vierten Kapitel werden die Ergebnisse diskutiert und Schlussfolgerungen gezogen.

2 Theoretischer Rahmen

Die Waldbehandlung durch PWE als zentraler Gegenstand dieser Studie kann zum Umweltverhalten gezählt werden, denn dieses umfasst per Definition „all types of behavior that change the availability of materials or energy from the environment or alter the structure and dynamics of ecosystems“ (Huff et al., 2017). In diesem Kontext werden in der Wissenschaft verschiedene psychologische Theorien verwendet, um das Umweltverhalten zu verstehen.³ Im forstwissenschaftlichen Kontext wurde häufig die *Theorie des überlegten Handelns* nach Ajzen und Fishbein (1977) angewandt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass Verhalten auf einer Absicht basiert, welche wiederum von Einstellungen und subjektiven Normen gesteuert wird. Eine Schwäche der *Theorie des überlegten Handelns* zeigt sich in Bereichen, in denen viele Verhaltensweisen durch umwelt- und ökosystemare Bedingungen vorgegeben sind (Pregernig, 1999). In der Forstwirtschaft gilt dies im besonderen Maße, da eine hohe Abhängigkeit von den standörtlichen Gegebenheiten, der natürlichen Wuchsdynamik und den langen Produktionszeiträumen besteht. Begrenzende Faktoren der forstlichen Produktion sind v. a. klimatische Bedingungen, Geologie, Hydrologie sowie Bodenqualität.

Als theoretischer Rahmen für die in dieser Studie behandelten Fragestellungen wird das *Modell zur Erklärung menschlicher Entscheidungshandlungen* von Pregernig (1999; nach Langenheder, 1975) verwendet, da es zusätzliche Variablengruppen enthält, welche u. a. standörtliche Gegebenheiten in Form der objektiven Umgebung berücksichtigen (Abbildung 1). Entscheidende Faktoren zur Erklärung menschlichen Verhaltens sind weiterhin der Kenntnisstand einer Person zu bestimmten Sachverhalten sowie Kommunikationsprozesse, welche ebenfalls als Variablen im *Modell zur Erklärung menschlicher Entscheidungshandlungen* berücksichtigt werden.

Das Modell, welches bereits im forstwissenschaftlichen Kontext von Pregernig (1999), Ruschko (2002), Hogl et al. (2005) und Bieling (2003) angewandt wurde, unterscheidet drei Hauptgruppen von Variablen: abhängige, intervenierende und

² Sinus-Milieus® sind eine Gesellschafts- und Zielgruppentypologie, die Menschen nach Lebensauffassungen, Werthaltungen und sozialer Lage in Gruppen zusammenfasst. Das Modell wird laufend an die soziokulturellen Veränderungen in der Gesellschaft angepasst, wobei permanent Erkenntnisse aus der empirischen Forschung in die Justierung des Modells einfließen (SINUS-Institut, 2017).

³ Eine Möglichkeit bietet hier z. B. die Ermittlung von Zahlungsbereitschaften, die u. a. von Weller und Elsasser (2018) angewandt wurde.

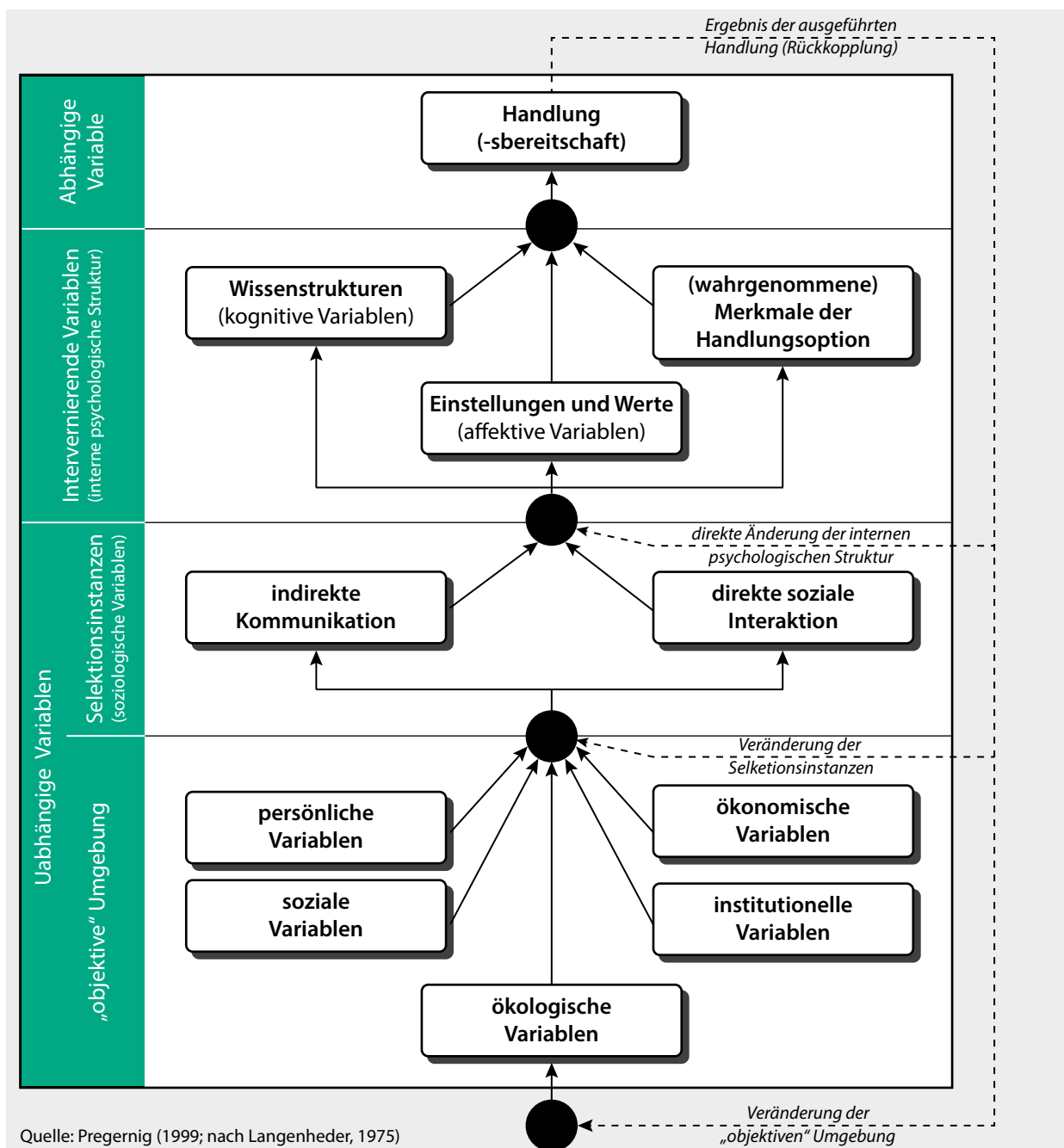


Abbildung 1

Modell zur Erklärung menschlicher Entscheidungshandlungen

unabhängige Variablen. Die unabhängigen Variablen teilen sich noch einmal in objektive Umgebung und Selektionsinstanzen auf. Es wird davon ausgegangen, dass die objektive Umgebung eine Person nur insoweit beeinflusst, wie sie durch die Filter der Selektionsinstanzen wahrgenommen wird. Zwischen den unabhängigen und den abhängigen Variablen besteht kein direkter Zusammenhang: Die unabhängigen Variablen bestimmen das Verhalten nur in dem Maße, wie sie in die interne psychologische Struktur der Person eingegangen sind; diese wirken deshalb als intervenierende Variablen (Pregernig, 1999). Es sei generell darauf hingewiesen, dass Modelle niemals alle Merkmale der Realität

darstellen können. Das hier angewandte Modell dient also nicht als streng prüfbares Kausalstrukturmodell, sondern stellt viel mehr eine Art Heuristik zur gedanklichen Strukturierung des Problembereiches dar (Pregernig, 1999).

3 Material und Methoden

3.1 Erhebungsinstrument

Die Analyse der vorliegenden Studie basiert auf der Auswertung empirisch erhobener Primärdaten. Die Datenerhebung wurde in Form von Telefoninterviews zum einen mit PWE

und zum anderen mit der übrigen Gesellschaft (d.h. Nicht-PWE) konzipiert, wobei sich der Fragebogen für beide Gruppen hinsichtlich der Fragen und des Umfangs unterschied. Zum Zweck der Befragung wurde angenommen, dass sich die Gesellschaft aus PWE und Nicht-PWE, also übriger Gesellschaft, zusammensetzt. Als Befragungsinstrument wurde ein standardisierter Fragebogen mit geschlossenen Antwortkategorien entwickelt, welcher sich aus den Forschungsfragen und dem *Modell zur Erklärung menschlicher Entscheidungshandlungen* (Pregernig, 1999; nach Langenheder, 1975) ableitet. Bei der Frageentwicklung war das zentrale Ziel, teilweise komplexe forstwirtschaftliche und forstpolitische Zusammenhänge in allgemeinverständlichen Formulierungen für PWE und die übrige Gesellschaft mit geringeren Kenntnissen zu Wald darzustellen. Ebenso wurden Fragebögen und Antwortkategorien bisheriger Studien (soweit zugänglich) berücksichtigt und Möglichkeiten der Anschlussfähigkeit geprüft. Der Fragebogen an die PWE wurde so konzipiert, dass alle Variablen-Gruppen des *Modells zur Erklärung menschlicher Entscheidungshandlungen* (Pregernig, 1999; nach Langenheder, 1975) ausreichend abgedeckt wurden und zudem inhaltlich den Informationsbedarf aus den übergeordneten Forschungsfragen liefern. Um dies zu gewährleisten, wurden i. d. R. mindestens sechs Items (Elemente) zur Bewertung von jeder der drei Hauptkomponenten des Modells abgefragt. Eine Zuordnung der Fragen zu den Variablen des Modells findet sich im Anhang 1.

Die Befragung der übrigen Gesellschaft war nicht an ein Modell angelehnt, da die Annahme getroffen wurde, dass die übrige Gesellschaft, im Gegensatz zu PWE, im Wald keine Handlungen durchführen kann, so dass die abhängige Variable des Modells („Handlungen und Handlungsbereitschaften“) nicht passend ist. Stattdessen wurde die Befragung der übrigen Gesellschaft an die Befragung der PWE angelehnt, um einen direkten Vergleich zwischen den beiden Gruppen zu ermöglichen. Es wurden Fragen gestellt, die mit nominalen, ordinalen oder kardinalen Antwortkategorien zu beantworten waren. Neben Fragen des „Ja-Nein-Typs“ kamen auch Likert-Skalen-Fragen zum Einsatz. Der letztendlich entwickelte Fragebogen an die PWE umfasste über 70 Fragen, der Fragebogen an die übrige Gesellschaft beinhaltete über 35 Fragen. Die Fragestellungen an die PWE bezogen sich auf das eigene Waldeigentum, die übrige Gesellschaft hingegen wurde zum Wald generell in Deutschland befragt, da angenommen wurde, dass unterschiedliche Eigentumsarten von der Mehrheit nicht wahrgenommen und differenziert werden (können). Beide Fragebögen umfassten darüber hinaus Abfragen zur Einordnung in die sogenannten Sinus-Milieus®, welche durch das Sinus-Institut im Unterauftrag durchgeführt wurden. Die Fragen und deren Antwortkategorien finden sich im exakten Wortlaut des Fragebogens im Anhang 2. Aufgrund von vertraglichen Schutzrechten sind die Fragen für die Zuordnung zu den Sinus-Milieus® nicht aufgeführt.

3.2 Erhebungsmethode

Die Grundgesamtheit für die Befragung bildete die deutschsprachige Wohnbevölkerung ab 18 Jahren. Bei der

Befragungsdurchführung haben sich keine Hinweise darauf ergeben, dass es einen relevanten Anteil von PWE unter 18 Jahren gibt. Wie bereits beschrieben, wurde zum Zweck dieser Befragung angenommen, dass sich die Gesellschaft aus PWE und Nicht-PWE, also übriger Gesellschaft, zusammensetzt. PWE wurden definiert als Eigentümer oder Miteigentümer (z.B. Erbengemeinschaft) einer Waldfläche mit persönlichem Grundbucheintrag, die Größe der Waldfläche spielte hierbei keine Rolle. Die übrige Gesellschaft waren demnach Personen, die selber zum Zeitpunkt der Erhebung kein Waldeigentum hatten, unabhängig davon, ob sie zukünftig Wald erben oder kaufen würden.

Um über die unterschiedlichen Zielgruppen in der Grundgesamtheit repräsentative Aussagen treffen zu können, wurde ein Stichprobenverfahren verwendet. Es wurden zwei unabhängige Stichproben gezogen: Für PWE und für die gesamte Gesellschaft. Die identifizierten PWE in der Stichprobe der gesamten Gesellschaft wurden zum einen in selbiger belassen, da sie Teil der Gesellschaft sind, und zum anderen auch der Stichprobe der PWE zugeordnet, da die Reichweite dieser Zielgruppe besonders niedrig ist.

Der Auswahlrahmen für die Stichprobenziehung war für beide Stichproben das Telefonmastersample des Arbeitskreises Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute (ADM). Allgemein wird bei der Stichprobenziehung zwischen Zufallsstichproben und systematischen Stichproben unterschieden (Atteslander, 2010; Bateman et al., 2002). Für die Erhebung wurde auf den wahrscheinlichkeitstheoretischen Ansatz der Zufallsstichprobe zurückgegriffen. D.h., dass die Zielpersonen uneingeschränkt zufällig ausgewählt wurden und alle telefonisch erreichbaren Personen der Grundgesamtheit die gleiche Auswahlwahrscheinlichkeit hatten. Für die Stichprobe der PWE bedeutet dies, dass mittels einer Screening-Frage zunächst nach einem PWE in der bevölkerungsrepräsentativen Festnetz- bzw. Mobilfunkstichprobe gefragt wurde.

3.3 Erhebungsdurchführung

Für die Erhebung wurde die Methode des computergestützten Telefoninterviews (CATI = Computer Assisted Telephone Interviewing) genutzt. Vor Erhebungsbeginn wurde ein Pretest des Fragebogens mit je 30 Interviews pro Stichprobe durchgeführt und anschließend einige wenige Frageformulierungen angepasst. Die Befragung erfolgte vom 22. Mai bis 21. Juli 2017 durch das beauftragte forsa-Institut. Aufgrund statistischer Überlegungen (Cochran, 1963; Israel, 1992) wurden für den Stichprobenumfang im Vorfeld mindestens 1.000 Interviews je Stichprobe angestrebt. Tatsächlich vollständig realisiert wurden 1.202 Interviews mit PWE und 1.203 Interviews mit Personen der Gesellschaft, welche sich wiederum gewichtet in 1.167 Personen der übrigen Gesellschaft und 36 PWE unterteilen. Bei zuvor geschätzten 2 Mio. PWE (Mrosek et al., 2005) in Deutschland und einer Bevölkerung älter 18 Jahre von 61 Mio. liegen hiermit beide Stichproben deutlich innerhalb eines Vertrauensintervalls von

95 % mit einem Zufallsfehler von 3 %, um für die jeweilige Stichprobe kopf-repräsentative Aussagen auf Bundesebene zu tätigen.

Das Auswahl- und Erhebungsverfahren sowie die Interviewer unterlagen einer permanenten internen Qualitätskontrolle durch das forsa-Institut. Die durchschnittliche Befragungsdauer betrug für die PWE rund 29 Min. und für die übrige Gesellschaft rund 17 Min. Die Abbruchrate für die PWE lag in der Gruppe, die über die Mehrthemenbefragung des forsa.Omnitel rekrutiert wurden (Abschnitt 3.4), bei rund 2 % und bei den auf Basis der exklusiven Rekrutierung identifizierten Personen bei 4,4 %. Für die Stichprobe der Gesellschaft lag die Abbruchrate bei 5,8 %. Diese Werte befinden sich im Vergleich zu anderen Untersuchungen auf einem eher niedrigen Niveau.

3.4 Erhebungsauswertung

Für beide Stichproben wurde eine Design- und Strukturgewichtung vorgenommen, um entsprechende Verzerrungen auszugleichen. Die Designgewichtung war erforderlich, da im Rahmen eines Dual-Frameansatzes etwa 70 % der Befragten via Festnetz- und 30 % via Mobilfunknetzanschluss interviewt wurden und sich daraus unterschiedliche Auswahlwahrscheinlichkeiten ergaben. Grundlage der Strukturgewichtung für die Gesellschaftsstichprobe waren die amtlichen Daten der Bevölkerungsfortschreibung (Stand 31.12.2015) sowie der Mikrozensus. Gewichtet wurde nach Alter, Geschlecht, Region und Bildung. Da für die PWE eine entsprechende Referenzstatistik fehlt, jedoch eine Vergleichbarkeit zur Gesellschaftsstichprobe hergestellt werden sollte, wurden die Strukturmerkmale der PWE, die auf Basis der bevölkerungsrepräsentativen forsa.Omnitel-Rekrutierungsinterviews gewonnen wurden, der Gewichtung zugrunde gelegt.

Die Hochrechnung der Anzahl der PWE in Deutschland erfolgte auf Basis der Bevölkerungsfortschreibung des Statistischen Bundesamtes und des über die Rekrutierung im forsa.Omnitel ermittelten bevölkerungsrepräsentativen Anteils der PWE. Diese Hochrechnungsgrundlage wurde wegen der deutlich größeren Basis (36.160 Interviews) im Vergleich zur Gesellschaftsstichprobe (1.203 Interviews) gewählt.

Die Auswertungen der gewonnenen Daten wurden mit der Statistiksoftware JMP/SAS durchgeführt. Die Werte zur Antwortverteilung sind gerundet dargestellt. Da die Angaben im Ergebniskapitel gewichtet ausgewertet wurden, ergibt die Summe der einzelnen Werte (absolut und relativ) in den tabellarischen Darstellungen nicht immer das ausgewiesene „Total“. Mögliche Antwortkategorien wie „weiß nicht“ und „keine Angaben“ wurden als „NULL“ bzw. „missing value“ kodiert und bei der Auswertung ignoriert. Zur Ermittlung statistischer Unterschiede zwischen beiden Stichproben wurden der Chi²-Test für ordinal- und nominalskalierte und der t-Test für kardinalskalierte Antwortkategorien verwendet. Die Angaben zur Signifikanz der Teststatistiken orientieren sich an drei Signifikanzniveaus:

* ($p \leq 0,10$), ** ($p \leq 0,05$) und *** ($p \leq 0,01$).

4 Ergebnisse

In der nachfolgenden Ergebnisdarstellung wird die Gruppe der PWE mit der übrigen Gesellschaft, also den Nicht-PWE, verglichen. Der Ergebnisteil wird ergänzt durch den Anhang 2, in dem alle Fragen des Fragebogens im Wortlaut und die dazugehörigen Antwortverteilungen (gewichtet und ungewichtet) dargestellt sind. Hier gilt, dass die PWE überwiegend der übrigen Gesellschaft gegenübergestellt sind. Im Anhang ist der entsprechende Verweis „Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER“ zu beachten. Fehlt dieser Hinweis, ist die Gesellschaft mit PWE-Anteil (d.h. die gesamte Gesellschaft) gemeint.

4.1 Wie viele PWE existieren in Deutschland und in welchem Umfang findet ein jährlicher Eigentümerwechsel statt?

Für die PWE wurde ein Anteil von 2,96 % an der deutschen Gesellschaft berechnet. Legt man für die Hochrechnung die deutsche Bevölkerung gemäß Bevölkerungsfortschreibung per 31.12.2015 zugrunde, dann leben in Deutschland 61,39 Mio. Personen ab 18 Jahren (Destatis, 2018). Auf dieser Basis ergeben sich hochgerechnet 1,82 Millionen PWE in Deutschland. Insgesamt gehören fast 96 % der PWE zur Waldeigentumsgrößenklasse bis 20 ha. Im arithmetischen Mittel beträgt die Waldgröße der befragten PWE 12 ha, der Median liegt bei 2 ha (Anhang 2, Frage 8.8). Zusätzlich ist festzustellen, dass 25 % der PWE ihr Waldeigentum höchstens vor sieben Jahren übernommen haben (Anhang 2, Frage 8.10), was umgerechnet rund 65.000 neuen PWE pro Jahr entspricht.

4.2 Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten in den Lebensumständen bestehen zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft?

Die soziodemographischen Merkmale der PWE, der übrigen Gesellschaft sowie der gesamten Gesellschaft (mit PWE-Anteil) sind in Tabelle 1 dargestellt. In der Häufigkeitsverteilung der Sinus-Milieus® bestehen signifikante Unterschiede zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft (Frage 15). PWE haben im Vergleich zur übrigen Gesellschaft höhere Anteile in den Milieus der Konservativ-Etablierten (24 % PWE und 12 % übrige Gesellschaft), der Bürgerlichen Mitte (21 % PWE und 12 % übrige Gesellschaft) und den Performern (13 % PWE und 10 % übrige Gesellschaft), wobei die Anteile in ersten beiden fast doppelt so hoch sind. Umgekehrt ist auffällig, dass die übrige Gesellschaft deutlich höhere Anteile bei den Hedonisten (6 % PWE und 12 % übrige Gesellschaft), Sozial-ökologischen (7 % PWE und 12 % übrige Gesellschaft), Adaptiv-Pragmatischen (2 % PWE und 8 % übrige Gesellschaft) und Expeditiven (5 % PWE und 8 % übrige Gesellschaft) aufweist.

Der Anteil weiblicher Personen lag bei den PWE mit 41 % unterhalb des Anteils in der übrigen Gesellschaft mit 52 % (Frage 16.1). Der Anteil männlicher Personen bei den PWE ist daher auch signifikant höher als bei der übrigen Gesellschaft.

Tabelle 1

Soziodemographischer Vergleich der Lebenssituation von PWE und der übrigen Gesellschaft

Frage	p-value	Kategorien	Privatwald-eigentümer	Übrige Gesellschaft	Gesellschaft
15 Sinus	< 0,001 ^{a ****}	KET – Konservativ-Etablierte LIB – Liberal-Interlektuelle PER – Performer EPE – Expeditiv PRA – Adaptiv-Pragmatische SÖK – Sozialökologische BÜM – Bürgerliche Mitte TRA – Traditionelle PRE – Prekäre HED – Hedonisten Total	n 294 24,46% n 117 9,77% n 154 12,86% n 58 4,85% n 22 1,86% n 83 6,95% n 258 21,44% n 103 8,61% n 44 3,68% n 67 5,54% N 1.201 100,00%	n 144 12,33% n 122 10,43% n 112 9,65% n 87 7,48% n 94 8,05% n 134 11,50% n 145 12,45% n 139 11,92% n 53 4,56% n 136 11,62% N 1.166 100,00%	n 149 12,42% n 127 10,59% n 114 9,49% n 89 7,44% n 94 7,81% n 135 11,22% n 159 13,25% n 144 12,00% n 54 4,45% n 136 11,32% N 1.202 100,00%
16.1 Gender	< 0,001 ^{a ****}	männlich weiblich Total	n 711 59,14% n 491 40,86% N 1.202 100,00%	n 564 48,32% n 603 51,68% N 1.167 100,00%	n 588 48,87% n 615 51,13% N 1.203 100,00%
16.2 Alter	< 0,007 ^{b ****}	Mittelwert Std Abw Std Fehler 1. Quartil Median 3. Quartil Total	52,25 15,22 0,44 41 54 64 N 1.183	Mittelwert Std Abw Std Fehler 1. Quartil Median 3. Quartil 1.167	Mittelwert Std Abw Std Fehler 1. Quartil Median 3. Quartil 1.203
16.3 Bildung	< 0,168 ^a	ohne Haupt-/ Volksschulabschluss Haupt-/ Volksschulabschluss Mittlere Reife, Realschulabschluss, Fachschulreife Abschluss der Polytechnischen Oberschule (8./10. Klasse) Fachhochschulreife, Abschluss einer Fachoberschule Abitur, allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife Fach-/ Hochschulstudium Total	n 27 2,23% n 427 39,45% n 303 25,31% n 55 4,61% n 50 4,19% n 116 9,69% n 174 14,52% N 1.196 100,00%	n 16 1,36% n 437 37,51% n 317 27,23% n 35 3,04% n 52 4,43% n 128 10,98% n 180 15,44% N 1.164 100,00%	n 16 1,32% n 452 37,69% n 327 27,22% n 37 3,10% n 53 4,43% n 130 10,80% n 185 15,44% N 1.200 100,00%
16.4 Erwerbstätigkeit	< 0,001 ^{a ****}	Ja Nein Total	n 936 77,96% n 265 22,04% N 1.201 100,00%	n 760 65,10% n 407 34,90% N 1.167 100,00%	n 785 65,29% n 418 34,71% N 1.203 100,00%
16.5 Wirtschaftssektor (Hauptverdiener)	< 0,168 ^{a ****}	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (primär Sektor) produzierendes Gewerbe (sekundär Sektor) übrige Wirtschaftsbereiche, Dienstleistungen (tertiär Sektor) Total	n 132 11,26% n 205 26,09% n 733 62,65% N 1.171 100,00%	n 33 2,93% n 210 18,61% n 885 78,46% N 1.164 100,00%	n 41 3,52% n 217 18,68% n 905 77,80% N 1.164 100,00%
16.6 Andere Haushaltsmitglieder (nicht Hauptverdiener) im Primärsektor	< 0,001 ^{a ****}	Ja Nein Total	n 277 26,12% n 784 73,88% N 1.061 100,00%	n 96 8,43% n 1.038 91,57% N 1.134 100,00%	n 103 8,88% n 1.059 91,12% N 1.162 100,00%
16.7 Familienstand	< 0,001 ^{a ****}	Verheiratet Lebenspartnerschaft Ledig Geschieden Verwitwet Total	n 753 63,43% n 43 3,59% n 226 18,81% n 79 6,63% n 90 7,54% N 1.187 100,00%	n 470 40,41% n 18 1,58% n 433 37,19% n 102 8,73% n 141 12,09% N 1.164 100,00%	n 489 40,79% n 18 1,54% n 438 36,50% n 107 8,90% n 147 12,28% N 1.200 100,00%
16.8 Haushaltsgröße	< 0,001 ^{b ****}	Mittelwert Std Abw Std Fehler 1. Quartil Median 3. Quartil Total	2,68 1,38 0,04 2 2 4 N 1.182	Mittelwert Std Abw Std Fehler 1. Quartil Median 3. Quartil 1.165	Mittelwert Std Abw Std Fehler 1. Quartil Median 3. Quartil 1.201
16.10 Wohnort	< 0,001 ^{a ****}	Schleswig-Holstein Hamburg Niedersachsen Bremen Nordrhein-Westfalen Hessen Rheinland-Pfalz Baden-Württemberg Bayern Saarland Berlin Brandenburg Mecklenburg-Vorpommern Sachsen Sachsen-Anhalt Thüringen Total	n 20 2,51% n 12 1,00% n 115 9,53% n 6 0,50% n 197 16,35% n 94 7,82% n 96 8,03% n 165 13,74% n 281 23,37% n 18 1,50% n 25 2,11% n 48 4,02% n 14 1,17% n 44 3,63% n 20 1,67% n 37 3,04% N 1.029 100,00%	n 42 3,57% n 26 2,24% n 111 9,53% n 10 0,85% n 257 22,03% n 90 7,68% n 55 4,69% n 151 12,93% n 174 14,90% n 15 1,24% n 52 4,43% n 35 2,97% n 24 2,06% n 61 5,20% n 34 2,91% n 32 2,77% N 1.167 100,00%	n 41 3,48% n 26 2,18% n 115 9,58% n 10 0,82% n 260 21,62% n 90 7,49% n 59 4,94% n 158 13,11% n 187 15,58% n 15 1,24% n 52 4,30% n 37 3,08% n 24 2,01% n 61 5,06% n 34 2,82% n 32 2,70% N 1.203 100,00%
16.11 Haushaltsnettoeinkommen	< 0,001 ^{b ****}	unter 500 Euro 500 bis unter 1.000 Euro 1.000 bis unter 1.500 Euro 1.500 bis unter 2.000 Euro 2.000 bis unter 2.500 Euro 2.500 bis unter 3.000 Euro 3.000 bis unter 3.500 Euro 3.500 bis unter 4.000 Euro 4.000 bis unter 4.500 Euro 4.500 bis unter 5.000 Euro 5.000 bis unter 5.500 Euro 5.500 Euro und mehr Total	n 3 0,31% n 26 2,55% n 66 6,40% n 82 7,94% n 187 18,19% n 139 13,53% n 123 11,92% n 137 13,34% n 76 7,43% n 51 5,00% n 35 3,44% n 102 9,96% N 1.029 100,00%	n 37 3,77% n 108 11,00% n 126 12,82% n 131 13,36% n 119 12,08% n 150 15,26% n 92 9,39% n 61 6,25% n 52 5,33% n 32 3,27% n 31 3,16% n 42 4,30% N 982 100,00%	n 37 3,66% n 110 10,88% n 127 12,57% n 137 13,58% n 121 12,01% n 156 15,40% n 94 9,35% n 63 6,20% n 53 5,27% n 37 3,65% n 31 3,08% n 44 4,35% N 1.010 100,00%
17.1 Keine Nutzung internetfähiger Endgeräte	< 0,001 ^{a ****}	Ja Nein Total	n 117 9,71% n 1.085 90,29% N 1.202 100,00%	n 198 16,97% n 969 83,03% N 1.167 100,00%	n 205 17,03% n 998 82,97% N 1.203 100,00%

Testverfahren für Unterschiede zwischen Privatwaldeigentümern und übriger Gesellschaft: *Pearson's chi²-Test, ^aTwo-sample (unter der Annahme gleicher Varianz) t-Test
Signifikanzniveau: * $\alpha \leq 0,10$ ** $\alpha \leq 0,05$ *** $\alpha \leq 0,01$

Ebenfalls signifikant ist der Mittelwertvergleich für das Alter beider Gruppen (Frage 16.2). PWE sind im Mittel knapp zwei Jahre älter als Personen ohne Waldeigentum, wobei letztere bezüglich der Altersangaben stärker nach oben und unten streuen als dies für PWE der Fall ist.

Gefragt nach dem höchsten erreichten Bildungsabschluss zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Befragungskollektiven (Frage 16.3): Die sieben verglichenen Bildungskategorien sind weitgehend gleich verteilt.

Statistisch signifikante Unterschiede bestehen jedoch bei der aktuellen Erwerbstätigkeit der Personen eines Haushaltes (Frage 16.4). Demzufolge ist es bei Haushalten von PWE wahrscheinlicher als für Haushalte der übrigen Gesellschaft, dass ein Haushaltsmitglied aktuell erwerbstätig ist.

Des Weiteren unterscheiden sich beide Personengruppen signifikant bei den Wirtschaftssektoren, in dem der Hauptverdiener des Haushalts tätig ist bzw. war (Frage 16.5). Demzufolge sind bzw. waren die Hauptverdiener aus Haushalten von PWE häufiger im Primärsektor (11 % PWE und 3 % übrige Gesellschaft) und Sekundärsektor (26 % PWE und 19 % übrige Gesellschaft) tätig und die Hauptverdiener aus Haushalten ohne Waldeigentum häufiger im Tertiärsektor (63 % PWE und 78 % übrige Gesellschaft). Eine Zusatzfrage zeigte, dass es für Haushalte mit PWE ebenfalls deutlich wahrscheinlicher ist, dass ein anderes Haushaltsmitglied, neben dem Hauptverdiener, im Primärsektor tätig ist bzw. war (26 % PWE und 8 % übrige Gesellschaft; Frage 16.6).

Auch beim soziodemographischen Merkmal des Familienstands bestehen signifikante Unterschiede (Frage 16.7). So sind PWE deutlich häufiger verheiratet oder leben in einer Lebenspartnerschaft (67 %) als Personen der übrigen Gesellschaft (42 %).

Der Mittelwertvergleich zur Haushaltsgröße weist auf signifikante Unterschiede zwischen Haushalten von Personen mit und ohne Waldeigentum hin (Frage 16.8). Der Mittelwert für Haushalte mit PWE liegt dabei um 0,5 Personen höher.

Die Häufigkeitsverteilung der Wohnorte weist weiterhin signifikante Unterschiede auf (Frage 16.10). Besonders auffällig sind die Bundesländer Bayern und Nordrhein-Westfalen. Während aus der Gruppe der PWE etwa 23 % und aus der übrigen Gesellschaft knapp 15 % in Bayern leben, ist das Verhältnis für Nordrhein-Westfalen mit 16 % zu 22 % umgedreht. D. h. in Bayern leben überproportional und im bevölkerungsreichsten Bundesland Nordrhein-Westfalen unterproportional wenige PWE.

In der Häufigkeitsverteilung des Haushaltsnettoeinkommens sind ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft festzustellen (Frage 16.11). PWE-Haushalte sind in den Einkommensklassen unter 2.000 € im Vergleich zu Haushalten der übrigen Gesellschaft geringer und in den Einkommensklassen über 2.000 € stärker vertreten.

Die PWE und die übrige Gesellschaft wurden weiterhin zu ihrer täglichen bzw. fast täglichen Nutzung internetfähiger Endgeräte befragt (Frage 17.1). Im Mittelpunkt standen dabei drei Gerätekategorien: Laptop/PC, Tablet und Smartphone. PWE nutzen signifikant häufiger internetfähige

Endgeräte, lediglich 10 % der Befragten geben an, derlei Geräte nicht zu nutzen. In der übrigen Gesellschaft ist der Anteil der Nicht-Nutzer mit 17 % höher.

4.3 *Bestehen zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft Unterschiede bei der Einstellung zur vermehrten Durchführung von Maßnahmen, die der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes dienen?*

Ein Fragekomplex widmete sich der Einstellung der Befragten zur vermehrten Durchführung von Maßnahmen, die eine Änderung im Bereitstellungsniveau der drei Waldfunktionen (Nutz, Schutz und Erholung) gegenüber dem Status quo erwarten lassen. Als exemplarische Maßnahmen für die Nutzfunktion wurde „das Fällen von Bäumen z.B. für Brennholz oder für Möbel“, für die Erholungsfunktion „Erholungsmaßnahmen, wie gepflegte Waldwege für Waldbesucher“ und für die Schutzfunktion „Naturschutzmaßnahmen, wie das ausschließliche Erhalten von Waldfläche für Tiere und Pflanzen“ gewählt (Anhang 2, Frage 11.2 u. 5.2). Die Fragen wurden beiden Befragungskollektiven in vollständig randomisierter Form gestellt. Die Abfrage erfolgte anhand von drei Paarvergleichen, wobei die Befragten vor die Wahl gestellt wurden, ob eine der beiden Maßnahmen zu Lasten der anderen Maßnahme künftig vermehrt umgesetzt werden sollte. Durch diese Art der Fragestellung sollten die Befragten ihre Präferenzen bei knappen Waldressourcen und daraus resultierenden Nutzungskonflikten äußern. Grundsätzlich muss diese Entscheidungssituation nicht immer der Realität in einer multifunktionalen Forstwirtschaft entsprechen, da nicht alle Maßnahmen konkurrierend, sondern auch neutral oder komplementär zueinander sein können. In welchem Umfang die Zu- oder Abnahme einer Maßnahme erfolgen soll, war nicht Bestandteil der Befragung. Diejenigen beider Befragungsgruppen, die keine Veränderung der einen Maßnahme zu Lasten der anderen wünschten (d.h. Festhalten am Status quo), sind ebenfalls angegeben. Hier bewegten sich die Angaben bei den PWE jeweils zwischen 10 % und 15 %, bei der übrigen Gesellschaft zwischen 6 und 8 %.

In Abbildung 2 sind die Antwortverteilungen zu den Paarvergleichen abgebildet. Die Mehrheit der befragten PWE (60 %) befürwortete eine zunehmende Durchführung von Maßnahmen für Naturschutz in ihrem Wald und würde dafür eine reduzierte Umsetzung von Maßnahmen zur Holznutzung akzeptieren. Gleiches gilt für die Mehrheit der übrigen Gesellschaft (79 %), welche für den deutschen Wald antwortete. Die PWE befürworteten zu einem höheren Anteil als die übrige Gesellschaft sowohl den Status quo (11 % PWE und 6 % übrige Gesellschaft) als auch eine Vermehrung von Maßnahmen der Holznutzung (29 % PWE und 15 % übrige Gesellschaft).

Beim Paarvergleich der Maßnahmen für die beiden öffentlichen Güter Naturschutz und Erholung befürwortete die große Mehrheit beider Gruppen (80 % PWE und 81 % übrige Gesellschaft) eine zusätzliche Bereitstellung von Maßnahmen für den Naturschutz, auch wenn dies eine geringere Umsetzung von Maßnahmen zur Erholung bedeutet.

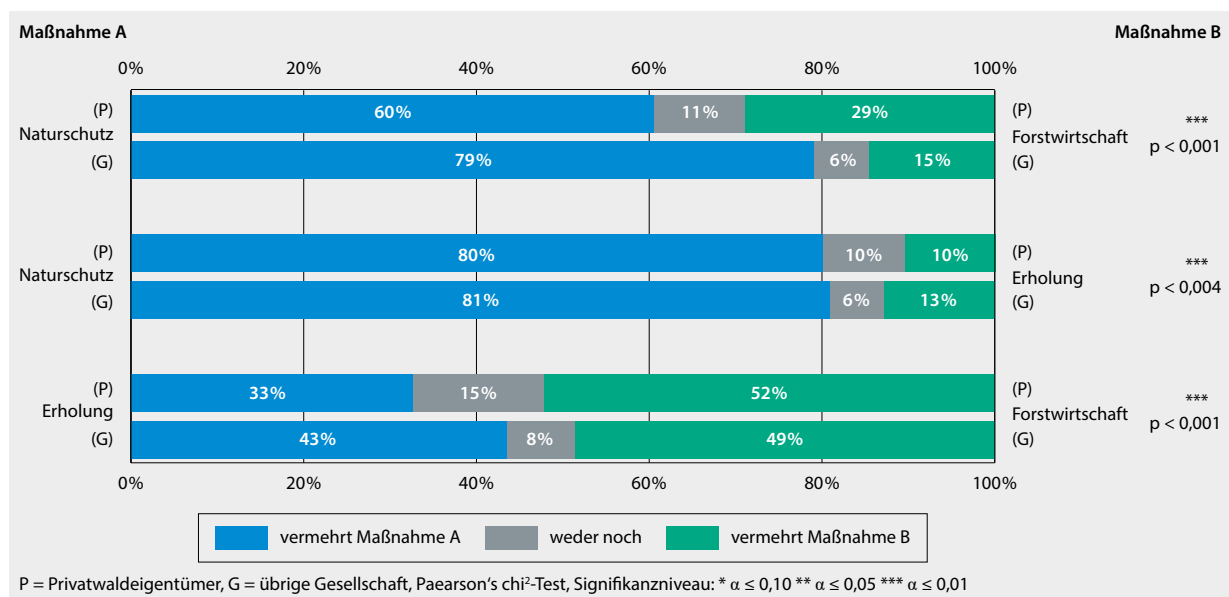


Abbildung 2

Einstellung zur vermehrten Durchführung von Maßnahmen, die der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes dienen

Bei dem Paarvergleich von Maßnahmen zur Erholung und von Maßnahmen zur Forstwirtschaft (also Holznutzung) zeigt sich, dass rund die Hälfte beider befragten Gruppen (52 % PWE und 49 % übrige Gesellschaft) eine Zunahme der Holznutzung bevorzugt.

4.4 Welche Handlungsbereitschaften haben PWE für spezielle Waldbehandlungsmaßnahmen und welche Befürwortung finden diese in der übrigen Gesellschaft?

Die PWE wurden zu acht verschiedenen Waldbehandlungsmaßnahmen in ihrem Waldeigentum befragt. Zum einen wurde befragt, welche dieser Maßnahmen sie in den vergangenen 10 Jahren durchgeführt haben (Handlungen; Anhang 2, Frage 10.1) und zum anderen, welche sie sich in den kommenden 10 Jahren in ihrem Wald vorstellen können (Handlungsbereitschaften; Anhang 2, Frage 10.2). Zum Vergleich wurde die übrige Gesellschaft befragt, welche dieser Maßnahmen sie im deutschen Wald befürwortet bzw. ablehnt (Anhang 2, Frage 4.1). Mit der Auswahl der Maßnahmen sollten die zentralen forstlichen Steuerungsgrößen zur Erfüllung menschlicher Ansprüche an den Wald abgebildet werden. Gemäß dem Leitbild einer multifunktionalen Waldbewirtschaftung sind diese – eine ausreichende Flächengröße vorausgesetzt – prinzipiell auf der gleichen Fläche gemeinsam umsetzbar.

Bei einem ersten Überblick auf die Ergebnisdarstellung in Abbildung 3 fällt auf, dass bei allen abgefragten Waldbehandlungsmaßnahmen die auf die Zukunft gerichteten Handlungsbereitschaften der PWE höher waren als deren bisherige Realisierung. Grundsätzliche Widersprüche zwischen vergangenen Handlungen und Handlungsbereitschaften der PWE sind hierbei nicht erkennbar. Für die weitere Ergebnisdarstellung und den Vergleich mit der übrigen

Gesellschaft wird sich im Folgenden daher auf die zukünftigen Handlungsbereitschaften der PWE fokussiert.

Der Vergleich der Handlungsbereitschaften der PWE und der Befürwortung der übrigen Gesellschaft für diese Maßnahmen zeigt Gemeinsamkeiten, aber auch deutliche Unterschiede auf. In Abbildung 3 sind die Maßnahmen daher absteigend nach Übereinstimmung dargestellt. Von den acht abgefragten Maßnahmen kam es beim Item 3 „Fällen einzelner Bäume, um anderen Bäumen Wachstum zu ermöglichen“ mit jeweils 89 % Befürwortung zu einer exakten Übereinstimmung in der Häufigkeit der Nennungen zwischen PWE und übriger Gesellschaft.

Bei den nachfolgenden vier Maßnahmen kam es zu geringen Abweichungen zwischen PWE und übriger Gesellschaft in einer Größenordnung zwischen 8 %- und 15 %-Punkten: Die Vermehrung von Laubwald (Item 1) wird von 71 % PWE zukünftig beabsichtigt und 79 % der übrigen Gesellschaft befürwortet. Ähnlich sieht es aus bei der Holznutzung, z. B. für Möbel und Brennholz (Item 6: PWE 76 % und übrige Gesellschaft 65 %), der Einführung von Baumarten, die nicht aus Deutschland stammen, also Neophyten (Item 2: PWE 29 % und übrige Gesellschaft 43 %) sowie der Erhaltung von Einzelbäumen zum Artenschutz für Tiere (Item 7: PWE 79 % und übrige Gesellschaft 94 %).

Bei den verbliebenen drei Maßnahmen kam es zu größeren Abweichungen zwischen PWE und übriger Gesellschaft (31 % bis 40 %-Punkte). Diese drei Maßnahmen werden von der übrigen Gesellschaft für den deutschen Wald signifikant häufiger befürwortet als PWE zu diesen Maßnahmen eine Handlungsbereitschaft in ihrem Wald angegeben haben. Dazu zählen die Pflege der Waldwege (Item 8: PWE 49 % und übrige Gesellschaft 81 %), der Verzicht auf Holznutzung auf bestimmten Flächen, um Wald für Tiere und Pflanzen zu erhalten (Item 4: PWE 58 % und übrige Gesellschaft 89 %) sowie auf bestimmten Flächen das Betreten des Waldes zum

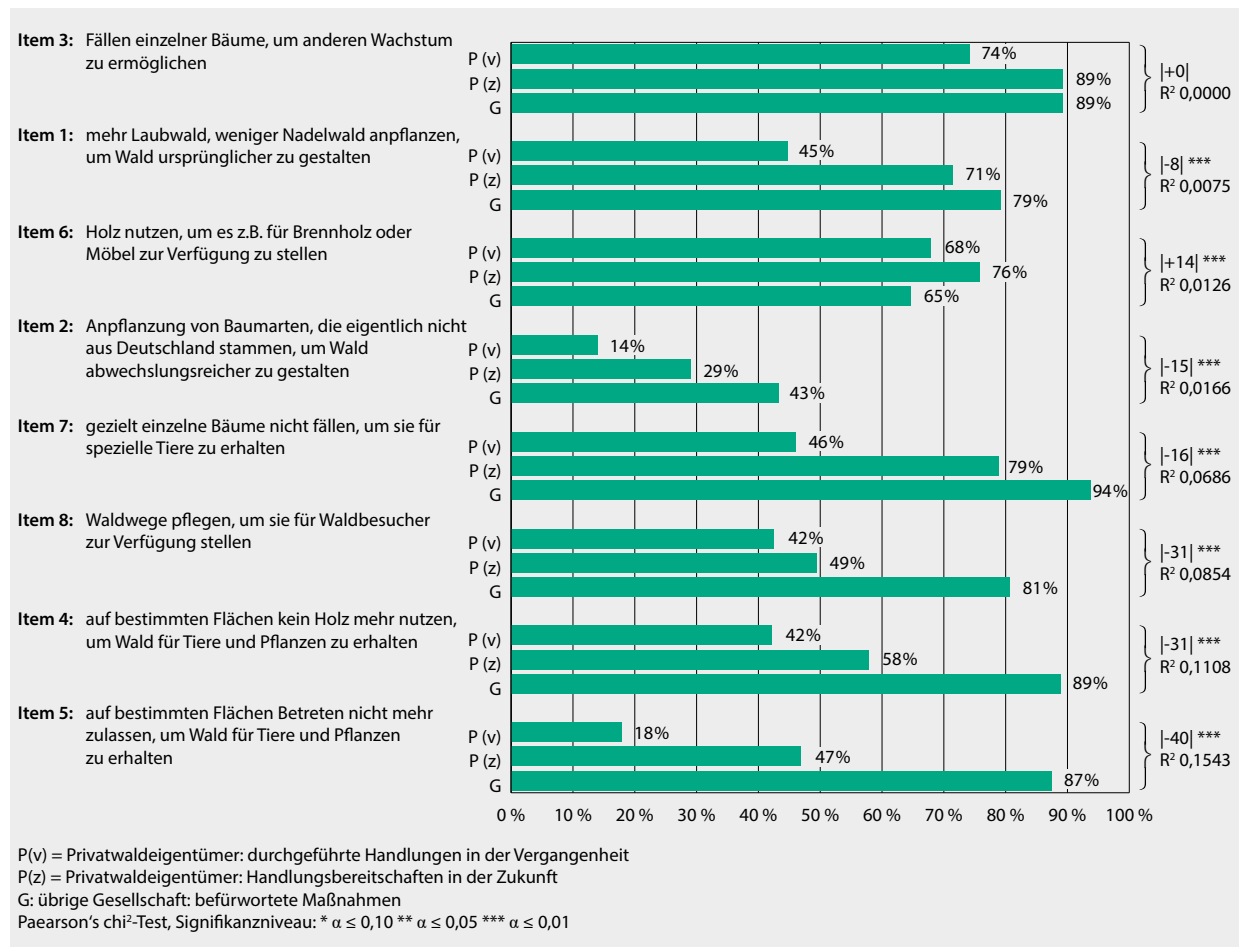


Abbildung 3

Handlungen und Handlungsbereitschaften der PWE zu Maßnahmen im Wald und deren Akzeptanz in der übrigen Gesellschaft

Schutz von Tieren und Pflanzen nicht mehr zuzulassen (Item 5: PWE 47 % und übrige Gesellschaft 87 %). Zu Item 5 ist hervorzuheben, dass das allgemeine Waldbetretungsrecht zum Zwecke der Erholung nach § 14 (1) BWaldG durch den PWE selbst nicht eingeschränkt werden kann.

Die drei am meisten befürworteten Handlungsbereitschaften der PWE sind „Fällen einzelner Bäume, um anderen Bäumen Wachstum zu ermöglichen“ (89 %), „gezielt einzelne Bäume nicht fällen, um sie für spezielle Tiere dauerhaft zu erhalten“ (79 %) und „Holz nutzen, um es z. B. als Brennholz oder Möbel zur Verfügung zu stellen“ (76 %). Die Maßnahme „Anpflanzung von Baumarten, die eigentlich nicht aus Deutschland stammen, um den Wald abwechslungsreicher zu gestalten“, findet insgesamt die geringste Zustimmung, sowohl bei PWE als auch seitens der übrigen Gesellschaft.

5 Diskussion

Angesichts der Herausforderungen des Klimawandels und steigender gesellschaftlicher Ansprüche an den Wald sollten mit der vorliegenden Studie Wissenslücken zum deutschen Privatwald geschlossen werden, welchem mit rund der Hälfte der deutschen Waldfläche eine hohe Bedeutung zukommt.

Die zunehmende Pluralisierung, Urbanisierung und Digitalisierung der deutschen Gesellschaft und sich abzeichnende Veränderungen der öffentlichen Beratungs- und Betreuungsangebote für den Privatwald stellen die Forstpolitik vor Herausforderungen und erfordern eine fundierte Informationsbasis für zukünftige Lösungsansätze für die PWE und den gesellschaftlichen Interessensausgleich. Vor diesem Hintergrund konnte mit der vorliegenden Studie auf eine bundesweit repräsentative Befragung von PWE und übriger Gesellschaft zurückgegriffen werden, um einen Erkenntnisgewinn zu erzielen.

5.1 Theoriediskussion

Als übergeordneter theoretischer Rahmen für die Befragung der PWE wurde das *Modell zur Erklärung menschlicher Entscheidungshandlungen* von Pregernig (1999; nach Langenheder, 1975) für die vorliegende Studie verwendet, welches sich als heuristisches Strukturmodell bisher als geeignet erwiesen hat. Das verwendete Modell begründet die Konzeption der vorgestellten Befragung, da als übergeordnete Fragestellung in einer separaten Studie die Einflussfaktoren für Handlungsbereitschaften von PWE identifiziert werden sollen. Erst mit dem Vorliegen der Ergebnisse aus dieser

Studie kann differenzierter auf den Erklärungsbeitrag des Modells von Pregernig (1999; nach Langenheder 1975) eingegangen werden.

5.2 Methodendiskussion

Da eine zentrale und zugängliche Adressdatenbank zu PWE im Bundesgebiet nicht vorliegt, war eine wesentliche Herausforderung für die Forschungskonzeption die Identifizierung der Personen, die im Grundbuch als Waldeigentümer eingetragen sind. Liegenschaftskataster und Grundbücher sind nicht für jeden Landkreis zugänglich und werden zudem oftmals nicht laufend aktualisiert. Eventuell vorhandene Waldeigentümerverzeichnisse, wie sie in einigen Bundesländern vorliegen, konnten aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht herangezogen werden. Zudem dürften sich in diesen Verzeichnissen der Forstverwaltungen und -verbände überwiegend aktive PWE finden, die bereits Kontakt zu forstlichen Beratungs- und Betreuungsorganisationen aufgenommen haben. Daher wurde eine Telefonbefragung per Zufallsauswahl als methodisches Vorgehen gewählt, welche eine repräsentative Erhebung der PWE erlaubte. Die Wahl einer Telefonbefragung wurde getroffen, da nach Bittner und Hårdter (2003) gerade die nichtbäuerlichen PWE und Eigentümer kleiner Waldflächen generell schwierig und am besten telefonisch zu erreichen sind. Das forschungsökonomisch teure Instrument einer bundesweiten Telefonstichprobe war also aufgrund fehlender Basisinformationen zu den deutschen PWE unabdingbar. Insbesondere konnten mit diesem Erhebungsinstrument auch passive und an Waldbewirtschaftung uninteressierte PWE mit sehr kleinem Waldeigentum erreicht werden. Die eigenen Ergebnisse zur relativ hohen Digitalisierung der deutschen PWE zeigen jedoch auf, dass PWE künftig auch mit anderen, forschungsökonomisch preiswerteren Erhebungsinstrumenten, wie z.B. Online-Panel-Erhebungen, erreichbar sein dürften.

Die im Vergleich zu anderen Untersuchungen niedrigen Abbruchraten in den befragten Gruppen der PWE und der übrigen Gesellschaft können als Beleg für ein hohes thematisches Interesse der Befragten und für die Qualität des Erhebungsinstrumentes und dessen Durchführung interpretiert werden.

Da für die PWE entsprechende Referenzstatistiken fehlen, wurden die erhobenen Strukturmerkmale der PWE anhand der Verteilung in der bevölkerungsrepräsentativen Mehrthemenbefragung des forsa.Omnitel gewichtet. Grundsätzlich sind hierdurch entstehende Ergebnisverzerrungen nicht auszuschließen. Es liegen jedoch keine Anzeichen vor, dass diese ein nennenswertes Ausmaß erreichen.

Die Fragen an die übrige Gesellschaft waren in einem möglichst gleichen Wortlaut wie die Fragen an die PWE formuliert, um einen direkten Vergleich beider Stichproben in der Ergebnisauswertung zu ermöglichen. Allerdings bezogen sich die Fragen an die übrige Gesellschaft nicht explizit auf den Privatwald, sondern generell auf den Wald in Deutschland, da unterstellt wurde, dass die Eigentumsarten in der gesellschaftlichen Wahrnehmung nicht unterschieden werden. D.h., die in der vorliegenden Studie erhobenen

Ansprüche der übrigen Gesellschaft beziehen sich nicht ausschließlich auf den Privatwald und könnten z.B. auch ausschließlich im öffentlichen Wald verwirklicht werden. Inwieweit grundlegende Waldbewirtschaftungsunterschiede zwischen den Eigentumsarten Akzeptanz in der deutschen Gesellschaft und auch bei den Eigentümern finden, darf jedoch kritisch hinterfragt werden.

Die hier vorgestellte Befragung der PWE erfolgte bevölkerungs- und nicht flächenrepräsentativ für das Bundesgebiet. So entfällt auf fast 96 % der befragten PWE die Hälfte der deutschen Privatwaldfläche nach BWI (bis 20 ha) und auf die verbleibenden 4 % der Befragten die andere Hälfte der Fläche (über 20 ha). Für weitere Fragestellungen könnten zumindest die Antworten der PWE-Gruppe bis 20 ha Waldfläche auch flächengewichtet ausgewertet werden.

Obwohl die PWE-Befragungsergebnisse für große und privatwalddreiche Bundesländer, wie z.B. Nordrhein-Westfalen oder Bayern, geeignet erscheinen, um Tendenzen in dieser regionalen Differenzierung aufzuzeigen, sind solche Unterstichproben nicht hinreichend belastbar für repräsentative Aussagen. Auch auf Länderebene dürften Stichprobenumfänge in einer Größenordnung von mindestens 1.000 PWE anzustreben sein.

Die Antworten der PWE und der übrigen Gesellschaft auf die Frage nach deren Einstellungen zur vermehrten Durchführung von Maßnahmen, die jeweils der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion dienen (Abbildung 2), dürften zum Teil durch die gewählten Maßnahmenbeispiele beeinflusst sein. Es ist anzunehmen, dass forstlichen Laien eine umfassende Vorstellung zu den Waldfunktionen nur eingeschränkt möglich ist. Daher wären Pretests in größerem Umfang mit alternativen Maßnahmenbeispielen und deren Einfluss auf die Antworten wünschenswert gewesen. Eine Ergänzung des Erhebungsinstrumentes um qualitative Fragen zum Verständnis der Befragten von Oberbegriffen, wie z.B. Naturschutz, hätte einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn erbracht, wie die Beispiele der Naturbewusstseinsstudie (BMUB und BfN, 2016) und der Umweltbewusstseinsstudie (BMUB, 2015) zeigen. Es ist denkbar, dass die meisten Befragten, v.a. aus der Gruppe der Nicht-PWE, zum Zeitpunkt der Befragung überhaupt keine Meinung dazu hatten, welche der Waldfunktionen oder Waldbehandlungsmaßnahmen eine größere Bedeutung zugesprochen werden sollten, da sie keine Erfahrungen in diesem Bereich haben. Die Fragestellung zwang die Befragten jedoch zu einem eigenen Meinungsbild. Oft nehmen Menschen in solchen Situationen akzeptierte gesellschaftliche Orientierungsrahmen an, die soziale Erwünschtheit ist bspw. eines dieser Phänomene. Befragte können mit solchen komplexen Fragestellungen überfordert sein. Die Antworten sind dann Konstrukte, die im Moment der Befragung spontan geäußert werden, sie spiegeln aber u.U. keine individuell auf den Sachverhalt gebildete Meinung wider.

5.3 Ergebnisdiskussion

Die hochgerechnete Gesamtanzahl der PWE in Deutschland liegt mit 1,8 Mio. im Rahmen der bisherigen Schätzungen

von 1,3 Mio. (Schraml und Hårdter, 2002) bis 2,0 Mio. (Mrosek et al., 2005) und erscheint somit grundsätzlich plausibel. Als Bevölkerungsanteil der PWE konnten 2,96 % bestimmt werden. Im Vergleich zur bislang einzig weiteren bundesweiten Umfrage von PWE von Schraml und Hårdter (2002) wird die Repräsentativität der eigenen Erhebung zu Merkmalen des deutschen Privatwalds aufgrund des vierfachen Stichprobenumfangs als höher und verlässlicher eingeschätzt. Durch die Auswahl der Befragten über den persönlichen Grundbucheintrag von Waldflächen wurden Personen, die u. U. die tatsächliche Herrschaft über den Wald ausüben, jedoch selbst nicht Eigentümer sind („Waldbesitzer“), nicht erfasst. Hierbei dürfte es sich insbesondere um Familienangehörige handeln, die sich aufgrund des Familieneigentums auch als Waldbesitzer betrachten. Die Anzahl der Waldeigentümer und Waldbesitzer dürfte höher ausfallen. Weiterhin ist denkbar, dass diejenigen PWE, bei denen der Wald in der individuellen Wahrnehmung marginal ist, durch die Befragung nicht erreicht werden konnten. Sie könnten sich nicht als „Waldeigentümer“ gefühlt und deshalb die entsprechende Frage zur Identifizierung von PWE nicht zutreffend beantwortet haben.

Mit jährlich 65.000 neuen PWE in der jüngeren Vergangenheit, vermutlich durch Generationenwechsel, findet alle zwei Jahre ein Austausch innerhalb der deutschen PWE in Größenordnung einer deutschen Großstadt statt. Aufgrund der hohen forstpolitischen Bedeutung des Eigentümerwechsels wäre es wünschenswert, die Unterschiede zwischen neuen und alten PWE in einer eigenen Erhebung vertiefend zu analysieren, um daraus Tendenzen für zukünftige Veränderungen der PWE-Struktur abzuleiten. Bei der Entwicklung der eigenen Forschungskonzeption war angedacht, zusätzliche Erhebungen bei potenziellen Erben in Familien mit Waldeigentum und bei potenziellen Kaufinteressenten von Waldflächen durchzuführen. Dies konnte aus forschungsökonomischen Gründen jedoch nicht realisiert werden.

Mit Ausnahme der erzielten Bildungsabschlüsse waren bei allen soziodemografischen Merkmalen zur Lebenssituation von PWE und der übrigen Gesellschaft signifikante Unterschiede zu beobachten, welche absolut betrachtet jedoch niedrig ausfallen, weshalb festgestellt werden kann, dass sich PWE als Teil der Gesellschaft vom Durchschnitt nicht grundlegend unterscheiden. So weichen PWE und übrige Gesellschaft beim Alter um rund 2 Lebensjahre oder beim Anteil weiblicher Personen um 11 %-Punkte, zur Erwerbstätigkeit um 12 %-Punkte oder der Nutzung internetfähiger Endgeräte um 7 %-Punkte ab.

Mit der Befragung konnte erstmalig eine Zuordnung der deutschen PWE zu sozialen Milieus vorgenommen werden. Von den zehn nach sozialer Lage und Grundorientierung differenzierten Sinus-Milieus® finden sich etwa Zweidrittel der deutschen PWE in vier Milieus. Die Hälfte wiederum in drei Milieus hoher sozialer Lage, was mit den Ergebnissen zum Haushaltseinkommen von PWE korrespondiert. Diese Informationen können für zielgruppenorientierte Kommunikationsstrategien für PWE ein wertvoller Beitrag sein. Denkbar sind hierbei insbesondere internetbasierte Beratungs- und Betreuungsangebote für PWE sowie die Kommunikation über andere Massenmedien. Für die individuelle

Identifizierung und Ansprache von PWE erscheinen die Sinus-Milieus nicht geeignet. Obwohl die Sinus-Milieus® in der kommerziellen Marktforschung und im Marketing eine breite Anwendung finden und etabliert sind, ist anzumerken, dass die Methodik der Milieu-Zuordnung durch das Sinus-Institut nicht offengelegt ist.

Die Haushaltsgröße war bei PWE höher als in der übrigen Gesellschaft, obwohl das Durchschnittsalter der PWE nur geringfügig über dem der übrigen Gesellschaft lag. Die höhere Haushaltsgröße von PWE wird auch von Schraml und Hårdter (2002) bestätigt.

Der Frauenanteil unter den PWE liegt mit 41 % deutlich höher als in den bisherigen regionalen Studien aus Deutschland. So wurde für Sachsen ein Frauenanteil von 23 % (Staatsbetrieb Sachsenforst, 2015) oder für Baden-Württemberg von 16 % ermittelt (Hårdter, 2004). In Nordrhein-Westfalen betrug der Frauenanteil lediglich 14 % (Becker und Borchers, 2000). In einer schwedischen Studie wurde ein steigender Frauenanteil unter den PWE festgestellt, welcher sich im Jahre 2010 auf knapp 40 % belief. Weibliche PWE besaßen in Schweden kleinere und weniger wertvolle Waldbestände im Vergleich zu männlichen PWE (Haugen et al., 2016). Ob ein ähnlicher Gender-Zusammenhang im deutschen Privatwald besteht, wäre ein weiteres Forschungsfeld.

Die Größe des Waldeigentums der befragten PWE mit dem arithmetischen Mittelwert von 12 ha liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie von Schaffner (2001) erhobene Werte für Ostbayern mit 13 ha, in anderen Regionen kann dieser Wert jedoch als deutlich niedriger angenommen werden. So weisen in Bayern 71 % der Waldbesitzer eine Fläche von unter 2 ha auf (Schreiber et al., 2012). In Deutschland besitzen 96 % weniger als 20 ha, im benachbarten Österreich sind es 94 % (Hogl et al., 2005).

Das durchschnittliche Alter der PWE von 52,2 Jahren liegt etwas über dem erhobenen Alter von PWE in Bayern, wo es im Mittel bei 51 Jahren (Krafft, 2004) und in einer anderen Befragung bei 48,6 Jahren lag (Schaffner, 2001). In NRW dagegen lag das Durchschnittsalter der PWE etwas höher, bei 55 Jahren (Becker und Borchers, 2000). Befragte PWE in Österreich waren im Durchschnitt 50 Jahre alt (Ruschko, 2002).

Lediglich 11,3 % der befragten PWE der vorliegenden Studie sind noch im Primärsektor als Hauptverdiener beschäftigt. Laut Krafft (2004) sind in Bayern immerhin noch 25 % der befragten PWE Landwirte im Vollerwerb. In Österreich sind 24 % der PWE Vollerwerbslandwirte (Hogl et al., 2003), in der Schweiz sind es 20 % (Wild-Eck und Zimmermann, 2005). Die Tendenz geht jedoch eindeutig dahin, dass der Anteil an Nichtlandwirten unter den PWE ansteigt (Krause, 2010).

Viel aussagekräftiger als die Zustandsbeschreibung der PWE erscheint die zeitliche Entwicklung. Für künftige Zeitreihenanalysen stellt die eigene Erhebung erstmalig zu zahlreichen soziodemografischen Merkmalen bundesweit repräsentative Referenzdaten zu deutschen PWE zur Verfügung. Ausgehend von der Aussage der Literatur, dass das deutsche (Klein-)Privatwaldeigentum ursprünglich an landwirtschaftliche Voll- oder Nebenerwerbsbetriebe angegliedert war, könnte so bspw. der aktuelle Beschäftigungsanteil der

Hauptverdiener von PWE-Haushalten von 11,3% im Primärsektor aussagekräftiger interpretiert werden.

Grundsätzlich waren die Einstellungen zur vermehrten Durchführung von Maßnahmen zu den drei Waldfunktionen (Abbildung 2) in Paarvergleichen zwischen PWE und der übrigen Gesellschaft weitgehend deckungsgleich oder in vergleichbaren Größenordnungen. Sowohl von der Mehrheit der PWE im eigenen Wald, als auch von der übrigen Gesellschaft im deutschen Wald wurde die vermehrte Durchführung von Maßnahmen zum Naturschutz wichtiger als Maßnahmen für andere Waldfunktionen eingeschätzt. Dieses Ergebnis ist zunächst überraschend, da demnach auch von den Eigentümern mehrheitlich ein höheres Bereitstellungsniveau öffentlicher Güter in Konkurrenz zu privaten Gütern als prioritär in ihrem Wald eingeschätzt wurde. Ein möglicher Erklärungsansatz könnte sich in den wahrgenommenen Knappheiten begründen. Während Maßnahmen zur Holznutzung und zur Erholung im Wald deutschlandweit breit wahrgenommen werden, könnten Maßnahmen zum Naturschutz weniger stark wahrgenommen worden sein, insbesondere da Maßnahmen des Naturschutzes zu einem nennenswerten Teil auf forstbetrieblichen Unterlassungen und nicht auf aktivem Handeln beruhen (Dög et al., 2016). Für die PWE ist zu berücksichtigen, dass diese mehrheitlich relativ kleines Waldeigentum besitzen, welches für das Haushaltseinkommen eine geringe Relevanz hat und dessen ideeller Wert bedeutsam ist (Anhang 2, Frage 13.10). Auch in der Literatur wird die zunehmende Bedeutung nicht-monetärer Ziele für PWE mit kleinem Waldeigentum herausgestellt (Becker und Borchers, 2000; Judmann, 1998). Spinner (2003) stellt in seiner Befragung von Walderwerbern den ideellen Wert als wichtigstes Kaufmotiv fest.

Bei allen Waldbehandlungsmaßnahmen wurden von den PWE höhere künftige Handlungsbereitschaften als das bisherige Handeln angegeben. Dieses Ergebnis zeigt Potenziale auf, PWE mit Beratungs- und Betreuungsangeboten für Waldbehandlungsmaßnahmen zu aktivieren. Grundsätzlich dürfte es jedoch immer eine gewisse Diskrepanz zwischen geäußerten Handlungsbereitschaften und dem späteren tatsächlichen Handeln geben (Huff et al., 2017; Silver et al., 2015). Die drei häufigsten Handlungsbereitschaften der PWE standen im Zusammenhang mit der Pflege des Waldes, dem Naturschutz, der (Selbst-)Versorgung mit Holz und dem Erhalt des ideellen Waldwertes. Hieraus leitet sich weiterer Forschungsbedarf zur Identifizierung der Einflussfaktoren für die Handlungsbereitschaft der deutschen PWE ab.

Weiterhin konnte festgestellt werden, dass mit Ausnahme des „Anpflanzens von Bäumen, die eigentlich nicht aus Deutschland stammen, um den Wald abwechslungsreicher zu gestalten,“ alle Waldbehandlungsmaßnahmen eine mehrheitliche Befürwortung in der übrigen Gesellschaft finden. Von weiterem Forschungsinteresse wäre, ob bei der Befürwortung und Ablehnung von Waldbehandlungsmaßnahmen in der übrigen Gesellschaft Unterschiede zwischen Stadt- und Landbewohnern, wie von Lorenz und Elsasser (2018) festgestellt, bestehen. Solche Analyse könnten anhand der ebenfalls erhobenen Regionalschlüssel des Wohnortes der Befragten durchgeführt werden (Anhang 2, Frage 16.10).

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass in der vorliegenden Studie alle Aussagen zum deutschen PWE im Bundesdurchschnitt getroffen wurden. Wie aufgezeigt wurde, ist die Pluralität innerhalb der deutschen PWE, wie auch in der übrigen Gesellschaft, hoch, weshalb zukünftig vermerkt in Zielgruppen zu denken und zu analysieren ist.

5.4 Schlussfolgerungen

Es ist wahrscheinlich, dass die Forstpolitik ihre Ziele besser erreichen wird, wenn für die verschiedenen Gruppen von PWE spezifische forstpolitische Instrumente entwickelt werden (Weiss et al., 2018). Die vorliegende Befragung kann als Datenbasis für evidenzbasierte Lösungsansätze zu den Zielen der Waldstrategie 2020 der Bundesregierung dienen, um die vielfältigen Waldansprüche der Gesellschaft an Klimaleistung, Biodiversität, Rohstoffe, Erholungsleistung und Energie zu erkennen, aufeinander abzustimmen und mögliche Konflikte zu lösen (BMELV, 2011). Aufgrund seiner Größe kommt dem deutschen Privatwald unter Berücksichtigung der Eigentümerziele eine wesentliche Bedeutung zu.

Die vorliegende bundesweite Befragung liefert erstmalig zahlreiche Basisdaten und eröffnet damit Möglichkeiten für umfangreiche Folgeforschung. Eine kontinuierliche Durchführung solcher Befragungen wird als elementare Voraussetzung einer evidenzbasierten Forstpolitikberatung und als unabdingbare, wertvolle Datensammlung für Wissenschaft und Praxis erachtet. So werden regelmäßige Gesellschaftsbefragungen zum Wald, z. B. in der Schweiz, bereits durchgeführt (Hunziker M et al., 2013;). Ebenso wie die BWI sollten Befragungen der PWE und der übrigen Gesellschaft verstetigt werden. Hierzu wären bspw. 10-jährige Telefonerhebungen und in den Zwischenjahren gewichtete Online-Panel-Erhebungen denkbar.

Danksagung

Der Dank der Autoren gilt allen Personen mit und ohne Waldeigentum, welche die Thünen-Befragung mit ihrer Teilnahme unterstützt haben. Ein weiterer Dank gilt den Projektpartnern des KKEG-Verbundforschungsprojektes und projektbegleitenden Experten für die fachliche Expertise: Prof. Dr. Max Krott, Prof. Dr. Ulrich Schraml, Markus von Willert, Dr. Volker Späth und Catharina Seelig. Ein ausdrücklicher Dank richtet sich an den Waldklimafonds, über den das Forschungsprojekt finanziert wurde. Abschließend gilt unser Dank den beiden anonymen Gutachtern für die hilfreichen Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge.

Literaturverzeichnis

- Ajzen I, Fishbein M (1977) Attitude-behavior relations : a theoretical analysis and review of empirical research. *Psychol Bull* 84(5):888
- Atteslander P (2010) Methoden der empirischen Sozialforschung. Berlin : Schmidt, 387 p

- Bateman I, Carson RT, Day B, Hanemann WM, Hanley N, Hett T, Jones-Lee M, Loomes G, Mourato S, Özdemiroğlu E, Pearce D, Sugden R, Swanson J (2002) Economic valuation with stated preference techniques : a manual. Cheltenham : Elgar, 458 p
- Becker G, Borchers J (2000) 600.000 ha Privatwald in Nordrhein-Westfalen - Ressource mit Zukunft : Strukturen und Motive der Privatwaldbesitzer in Nordrhein-Westfalen als Basis zur Entwicklung alternativer Nutzungskonzepte und neuer forstwirtschaftspolitischer Instrumente ; Gutachten für den Waldbauernverband Nordrhein-Westfalen e.V.
- Eitorf-Merten : Waldbauernverb NRW, 88 p
- Bethmann S, Wurster M (2016) Zum Image der Forstwirtschaft. *AFZ Wald* 2016(3):38-42
- Bieling C (2003) Naturnahe Waldbewirtschaftung durch private Eigentümer : Akzeptanz und Umsetzung naturnaher Bewirtschaftungsformen im Kleinprivatwald des Südschwarzwaldes. Remagen : Kessel, 159 p, Freib Schr Forst-Umweltpolitik 2
- Bieling C, Schraml U (2004) Was ist der Natur näher als der Wald? Zur Wahrnehmung des Waldzustandes durch private Eigentümer. *Allg Forst Jagdztg* 175(3):41-48
- Bittner A, Hårdter U (2003) Empirische Realität und Modellierung motivationaler Bedingungen informationeller forstpolitischer Instrumente im nichtbäuerlichen Privatwald. *Allg Forst Jagdztg* 174(8):137-148
- BMEL (2012) Dritte Bundeswaldinventur (2012) : Ergebnisdatenbank [online]. Zu finden in <<https://bwi.info>> [zitiert am 07.11.2018]
- BMEL (2014) Der Wald in Deutschland : ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Berlin : BMEL, 52 p
- BMELV (2011) Waldstrategie 2020 : nachhaltige Waldbewirtschaftung - eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung. Berlin : BMELV, 34 p
- BMUB, BfN (2016) Naturbewusstsein 2015 : Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt. Bonn : BfN, 103 p
- BMUB (2015) Umweltbewusstsein in Deutschland 2014 : Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Berlin : BMUB, 81 p
- BOKU (2010) Study on „Prospects for the market supply of wood and other forest products from areas with fragmented forest-ownership structures“ : final report [online]. Zu finden in <https://ec.europa.eu/agriculture/external-studies/supply-wood_en> [zitiert am 07.11.2018]
- Borgstädt K (2005) Motivationale Faktoren bei Kleinprivatwaldbesitzern : Leitfaden zur Typisierung der Teilnehmer des Testbetriebsnetz Kleinprivatwald (5-200 ha) hinsichtlich ihrer Einstellung zum Waldbesitz und zur Waldnutzung. Freiburg : Univ, 92 p
- Cochran WG (1963) Sampling techniques. New York : Wiley, 413 p
- Destatis (2018) GENESIS-Online Datenbank. In: Ergebnis - 12411-0006, Bevölkerung: Deutschland, Stichtag (31.12.2015), Altersjahre, Nationalität/ Geschlecht/Familienstand (Fortschreibung des Bevölkerungsstandes) [online]. Zu finden in <<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Bevoelkerungsstand.html;jsessionid=B7F823D8BBA410142A43CAEBBC998C5F.InternetLive1>> [zitiert am 15.11.2018]
- Dög M, Seintsch B, Rosenkranz L, Dieter M (2016) Belastungen der deutschen Forstwirtschaft aus der Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes. *Landbauforsch Appl Agric Forestry Res* 66(2):71-92
- Elsasser P (2007) Do “stakeholders” represent citizen interests? An empirical inquiry into assessments of policy aims in the National Forest Programme for Germany. *For Pol Econ* 9(8):1018-1030
- Ficko A, Lidestav G, Ni Dhubháin Á, Karppinen H, Zivojinovic I, Westin K (2017) European private forest owner typologies : a review of methods and use [online]. Zu finden in <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934117301351/pdf?md5=73540291bcafb895ea8933c77618185f&pid=1-s2.0-S1389934117301351-main.pdf>> [zitiert am 07.11.2018]
- Hårdter U (2003) Nichtbäuerliche Waldbesitzer : Strukturierung und Charakterisierung im Kontext gesellschaftlicher Entwicklungstrends. In: Schraml U, Volz K-R (eds) Urbane Waldbesitzer : Studien zur Beratung und Betreuung im nichtbäuerlichen Kleinprivatwald. Remagen : Kessel, pp 25-84, Freib Schr Forst Umweltpolitik 1
- Hårdter U (2004) Waldbesitzer in Deutschland : zwischen Tradition und Moderne ; eine Untersuchung der neuen Eigentümerstruktur im Kontext gesellschaftlicher Entwicklungstrends. Remagen : Kessel, 309 p, Freib Schr Forst Umweltpolitik 6
- Hartebrödt C, Bitz S (2007) From framework to forest activities : a comparative analysis of different ownership types in two adjacent regions. *Small-scale Forestry* 6(3):309-328
- Haugen K, Karlsson S, Westin K (2016) New forest owners : change and continuity in the characteristics of Swedish non-industrial private forest owners (NIPF Owners) 1990–2010. *Small-scale Forestry* 15(4):533-550
- Haupt D (2018) Tiefgreifender Umbau der Forststruktur in Baden-Württemberg. *AFZ Wald* 73(11):10-12
- Hennig P (2016) Kleinprivatwald : höhere Vorräte, geringere Nutzung. *Holz-Zentralblatt* (12):330-332
- Hennig P (2018) Holznutzung im Kleinprivatwald. *AFZ Wald* 73(5):12-15
- Hock C, Hartebrödt C, Schöttner M (2013) Aufwandsoptimierte und multiplikatororientierte Beratung. Freiburg : Forstl Versuchs Forschungsanst Baden-Württ, 186 p, Ber Freiburger Forstl Forsch 95
- Hogl K, Pregernig M, Weiss G (2003) Wer sind Österreichs WaldeigentümerInnen? : Diskussionspapier. Wien : Boku, 25 p
- Hogl K, Pregernig M, Weiss G (2005) What is new about new forest owners? : A typology of private forest ownership in Austria. *Small-scale For Econ Manage Pol* 4(3):325-342
- Huff E, Leahy J, Kittredge D, Noblet C, Weiskittel A (2017) Psychological distance of timber harvesting for private woodland owners. *For Pol Econ* 81:48-56
- Hunziker M et al. (2013) Die Schweizer Bevölkerung und ihr Wald : Bericht zur zweiten Bevölkerungsumfrage Waldmonitoring soziokulturell (WaMos 2). Bern : BAFU, 94 p
- Israel GD (1992) Determining sample size [online]. Zu finden in <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwigwOW8qsTeAhUI3KQKHf1EBXwQFjAAegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.tarleton.edu%2Facademicassessment%2Fdocuments%2FSamplesize.pdf&usg=AOvVaw1qbno3j9Eqn-mQJZXqal>> [zitiert am 08.11.2018]
- Judmann FKL (1998) Die Einstellungen von Kleinprivatwaldeigentümern zu ihrem Wald : eine vergleichende Studie zwischen Baden-Württemberg und dem US-Bundesstaat Pennsylvania. Freiburg i Br : Univ, 243 p
- Karppinen H (1998) Values and objectives of non-industrial private forest owners in Finland. *Silva Fenn* 32(1):43-59
- Koch M, Gaggermeier A (2012) Wald wird Grenzen los. *LWF aktuell* 91:20-23
- Krafft U (2004) Identifikation von Wahrnehmungs- und Kommunikationsbarrieren in der forstlichen Beratung. München : Univ, 259 p
- Krafft U, Beck R, Suda M (2003) Die forstliche Beratung von privaten Waldbesitzern in Bayern aus der Perspektive von Revierbeamten und Waldbesitzern. In: Schraml U, Volz K-R (eds) Urbane Waldbesitzer : Studien zur Beratung und Betreuung im nichtbäuerlichen Kleinprivatwald. Remagen : Kessel, pp 161-206, Freib Schr Forst Umweltpolitik 1
- Krause E (2010) Urbane Waldbesitzer : Analyse der Perspektiven bayerischer Beratungsförster und nichtbäuerlicher Waldbesitzer zum Thema „Urbane Waldbesitzer“ anhand motivationspsychologischer Theorien. München : Univ, 217 p
- Langenheder W (1975) Theorie menschlicher Entscheidungshandlungen. Stuttgart: Enke, 87 p
- Lorenz M, Elsasser P (2018) Ansichten und Einstellungen zu Wald und Forstwirtschaft in Deutschland. *Allg Forst Jagdztg* 189(1/2):1-15
- Mostegl N, Pröbstl-Haider U, Jandl R, Haider W (2017) Targeting climate change adaptation strategies to small-scale private forest owners [online]. zu finden in <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934117301399>> [zitiert am 15.11.2018]
- Mrosek T, Kies U, Schulte A (2005) Privatwaldbesitz in Deutschland : neue Erkenntnisse im Rahmen der Clusterstudie Forst und Holz in Deutschland. *AFZ Wald* (5):6-8
- MUEEF-RLP (2018) Gesamtkonzept der Lenkungsgruppe Neuausrichtung der Holzvermarktung in Rheinland-Pfalz [online]. Zu finden in <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwjt9c3FucTeAhWisqQKHVFZCU0wQFjABegQIABAC&url=https%3A%2F%2Fmueef.rlp.de%2Ffileadmin%2Fmulew%2FStartseite%2FPressemeldung-pdf%2FGesamtkonzept_Holzvermarktung_23.03.2018.pdf&usg=AOvVaw3N9JKffmdwKgOGzk9j43DI> [zitiert am 08.11.2018]
- Pregernig M (1999) Die Akzeptanz wissenschaftlicher Erkenntnisse : Determinanten der Umsetzung wissenschaftlichen Wissens am Beispiel der öster-

- reichischen „Forschungsinitiative gegen das Waldsterben“.
Frankfurt a M : Lang, 418 p
- Pröbstl-Haider U, Mostegl N, Jandl R, Formayer H, Haider W, Pukall K, Melzer V (2017) Bereitschaft zur Klimawandelanpassung durch Kleinwaldbesitzer in Österreich. *Allg Forst Jagdztg* 188(7/8):113-126
- Rolland M, Werner J (2014) Wald und Holz im Meinungsspiegel. *AFZ Wald* 2/2014
- Ruschko S (2002) Waldeigentümer in Österreich : eine repräsentative Telefonbefragung. Wien : Univ Bodenkultur, 88 p
- Schaffner S (2001) Realisierung von Holzvorräten im Kleinprivatwald : Typen von Kleinprivatwaldbesitzern und deren Verhalten bezüglich Waldbewirtschaftung und Nutzungsaufkommen. München : Univ, 556 p
- Schaffner S (2008) Waldbesitzertypisierungen und ihre Relevanz für die Holzmobilisierung [Classifications of forest owners and their relevance for timber mobilization. *Schweiz Z Forstwes* 159(12):435-440
- Schraml U (2006) Der urbane Waldbesitzer : das unbekannte Wesen. *LWF aktuell* 13(52):24-25
- Schraml U (2018) 100 Jahre Kleinprivatwaldforschung in Deutschland. *AFZ Wald* 73(5):16-18
- Schraml U, Härdter U (2002) Urbanität von Waldbesitzern und von Personen ohne Waldeigentum : Folgerungen aus einer Bevölkerungsbefragung in Deutschland. *Allg Forst Jagdztg* 173(7-8):140-146
- Schreiber R, Hastreiter H (2011) Surveys in private and communal forests : data collection methods in Bavaria. *Small-scale Forestry* 10(2):231-243
- Schreiber R, Schaffner S, Hastreiter H (2012) Der Wandel in der Besitzstruktur im Privatwald Bayerns : Herausforderungen und Folgerungen für die Praxis. *LWF aktuell* 88:55-57
- Selter A (2006) Der Einsatz multivariater statistischer Methoden zur Erarbeitung einer Betriebstypologie für den bäuerlichen Privatwald. Freiburg i Br : Univ, 248 p
- Silver EJ, Leahy JE, Weiskittel AR, Noblet CL, Kittredge DB (2015) An evidence-based review of timber harvesting behavior among private woodland owners. *J For* 113(5):490-499
- SINUS-Institut (2017) Informationen zu den Sinus-Milieus [online]. Zu finden in <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiWwLT-gsfeAhUFgRoKHXobAxsQFjAAegQICBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.sinus-institut.de%2Ffileadmin%2Fuser_data%2FSinus-institut%2FDokumente%2Fdownloadcenter%2FSinus_Milieus%2F2017-01-01_Informationen_zu_den_Sinus-Milieus.pdf&usg=AOvVaw36s_wYRRG-xduhND9Hlfym> [zitiert am 09.11.2018]
- Sotirov M, Sallnäs O, Eriksson LO (2017) Forest owner behavioral models, policy changes, and forest management : an agent-based framework for studying the provision of forest ecosystem goods and services at the landscape level [online]. Zu finden in <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934116304014/pdf?md5=2830d1454c9303135bf663ccad443a58&pid=1-s2.0-S1389934116304014-main.pdf>> [zitiert am 09.11.2018]
- Spinner K (2003) Kaufmotive und Verhalten von BVVG-Walderwerbern : mit Beispielen aus Thüringen. In: Schraml U, Volz K-R (eds) *Urbane Waldbesitzer : Studien zur Beratung und Betreuung im nichtbäuerlichen Kleinprivatwald*. Remagen : Kessel, pp 85-116, Freib Schr Forst Umweltpolitik 1
- Staatsbetrieb Sachsenforst (2015) Beratung im Privatwald : Ergebnisse einer Befragung privater Waldbesitzer 2014. *Waldpost* 2015/2016:10-11
- Suda M, Schaffner S (2013) Das Phänomen meinungs- und mehrheitsbildender Bevölkerungsumfragen als Instrument zur Legitimierung von Interessen im politischen Raum : sozialempirische Befragungstechnik zwischen Stimmungsmache und Erkenntnisgewinn. *Forstarchiv* 84(5):152-161
- Volz K (2001) Waldeigentum im Spannungsfeld von privatem und allgemeinem Interesse. *Dtsche Wald* 2001(1):51
- Weiss G, Lawrence A, Feliciano D, Hujala T (2017) Changing forest ownership in Europe : main results and policy implications ; COST Action FP1201 FACESMAP policy paper [online]. Zu finden in <http://facesmap.boku.ac.at/library/POLICY%20PAPER_FACESMAP_final.pdf> [zitiert am 15.11.2018]
- Weiss G, Lawrence A, Hujala T, Lidestav G, Nichiforel L, Nybakk E, Quiroga S, Sarvašová Z, Suarez C, Živojinović I (2018) Forest ownership changes in Europe : state of knowledge and conceptual foundations [online]. Zu finden in <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934117301740/pdf?md5=c3d215f7679c52b74b677abfd25c819&pid=1-s2.0-S1389934117301740-main.pdf>> [zitiert am 09.11.2018]
- Weller P, Elsasser P (2018) Preferences for forest structural attributes in Germany : evidence from a choice experiment. *For Pol Econ* 93:1-9
- Wild-Eck S, Zimmermann W (2005) Der Schweizer Privatwald und seine Eigentümerinnen und Eigentümer : Schlussbericht: eine repräsentative Umfrage unter den Schweizer Privatwaldeigentümerinnen und -eigentümern zu deren Waldeigentum und Einstellungen gegenüber Wald und Waldpolitik. Bern : BUWAL, 120 p, Schr Umwelt 382
- Wippel B, Viergutz M, Niggemeyer P, Petereit A, Chtioui Y (2011) Analyse und Weiterentwicklung regional ausgerichteter Strukturen der Kooperation, Beratung und Betreuung im Kleinprivatwald von Baden-Württemberg als Voraussetzung zur Verbesserung der Marktleistung : Endbericht [online]. Zu finden in <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwix69mEwc7eAhUJcAKHa4tBelQFjAAegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.cluster-forstholz-bw.de%2Ffileadmin%2Fcluster%2Fcluster_.pdf%2FGutachten-Wertschoepfung-im-Kleinprivatwald.pdf&usg=AOvVaw3QUHOUr2GWbCqHqao2rFKE> [zitiert am 12.11.2018]
- Wippermann C, Wippermann K (2010) Mensch und Wald : Einstellungen der Deutschen zum Wald und zur nachhaltigen Waldwirtschaft. Bielefeld : Bertelsmann, 182 p
- Ziegenspeck S (2001) Die Lebenspraxis der Waldbauern : eine Untersuchung der waldbäuerlichen Lebenspraxis im Gebiet der geschlossenen Hofgüter des Schwarzwaldes sowie die Ableitung von Prognosen für politische Existenzsicherungskonzepte. Freiburg: Univ, 568 p
- Ziegenspeck S, Härdter U, Schraml U (2004) Lifestyles of private forest owners as an indication of social change. *For Pol Econ* 6(5):447-458
- Živojinović I, Weiss G, Lidestav G, Feliciano D, Hujala T, Dobšínská Z, Lawrence A, Nybakk E, Quiroga S, Schraml U (2015) Forest land ownership change in Europe : COST Action FP1201 FACESMAP country reports ; joint volume [online]. Zu finden in <facesmap.boku.ac.at/library/FP1201_Country%20Reports_Joint%20Volume.pdf> [zitiert am 17.01.2019]

Anhang 1 Zuordnung der Fragen an die PWE im Modell zur Erklärung menschlicher Entscheidungshandlungen (Pregering 1999; nach Langenheder, 1975)

Variablen Gruppe	Variable	Nummer im Fragebogen für Privatwaldeigentümer
Abhängige Variable	Handlungsbereitschaft	10.2_1 - 10.2_8
Rückkopplung	Handlung	10.1_1 - 10.1_8
intervenierende Variablen	Wissensstrukturen	8.1 - 8.2, 12.5, 13.7, 14.1
	Einstellungen und Werte	8.13, 8.16, 11.2_1 - 11.2_3, 12.3 - 12.4, 12.6, 13.10, 15
	soziale Milieus	
	(wahrgenommene) Merkmale der Handloption	8.3 - 8.5, 8.15, 10.3 - 10.4, 12.4, 13.8
Selektionsinstanzen	indirekte Kommunikation	9.1 - 9.3, 17.1
	direkte soziale Interaktion	9.4 - 9.6, 12.1 - 12.2
Objektive Umgebung	persönliche Variablen	8.10, 16.1 - 16.3
	soziale Variablen	8.11 - 8.12, 16.7 - 16.8, 16.10
	ökonomische Variablen	8.6 - 8.9, 8.11 - 8.12, 13.3 - 13.4, 13.6, 16.4 - 16.5, 16.11
	ökologische Variablen	1.5, 8.17, 13.1 - 13.2, 13.4, 14.4
	institutionelle Variablen	8.13, 13.5, 13.8 - 13.9, 14.2 - 14.3

Anhang 2 Gegenüberstellung des Fragebogens für die PWE und übrige Gesellschaft bzw. Gesellschaft mit Antwortverteilung

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 1.1: Eigentümer von Wald in Deutschland Sind Sie oder jemand anderes in Ihrem Haushalt Eigentümer von Wald in Deutschland? <i>INT: FALLS JA, ZUR UNTERSCHIEDUNG NACHFRAGEN, OB ALLEINIGER EIGENTÜMER ODER MITEIGENTÜMER/ MEHRERE EIGENTÜMER</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 1.1: Eigentümer von Wald in Deutschland Sind Sie oder jemand anderes in Ihrem Haushalt Eigentümer von Wald in Deutschland? <i>INT: FALLS JA, ZUR UNTERSCHIEDUNG NACHFRAGEN, OB ALLEINIGER EIGENTÜMER ODER MITEIGENTÜMER/ MEHRERE EIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Waldeigentümer	1.202	1.202	65	36	Waldeigentümer
	100%	100%	5%	3%	
			1.167	1.167	kein Waldeigentümer
			95%	97%	
Frage 1.5: Dann würde ich Ihnen jetzt ein paar Fragen zum Thema Wald in Deutschland stellen. Werden Sie in den nächsten 10 Jahren voraussichtlich Wald erben oder planen Sie konkret Wald zu kaufen? <i>INT: BEI WALDEIGENTÜMERN: UNABHÄNGIG VON IHREM BESTEHENDEN WALDEIGENTUM</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 1.5: Dann würde ich Ihnen jetzt ein paar Fragen zum Thema Wald in Deutschland stellen. Werden Sie in den nächsten 10 Jahren voraussichtlich Wald erben oder planen Sie konkret Wald zu kaufen? <i>INT: BEI WALDEIGENTÜMERN: UNABHÄNGIG VON IHREM BESTEHENDEN WALDEIGENTUM</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Ja	289	303	56	33	Ja
	24%	25%	5%	3%	
Nein	854	843	1.142	1.167	Nein
	71%	70%	95%	97%	
Weiß nicht	58	56	3	2	Weiß nicht
	5%	5%	0%	0%	
Keine Angabe (k. A.)	1	1	2	1	k. A.
	0%	0%	0%	0%	
			Frage 2.1: Kennen Sie persönlich private Eigentümer von Wald? <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
			1.138	1.167	Basis (100 %)
			477	405	Ja
			42%	35%	
			661	762	Nein
			58%	65%	
			Frage 2.2: Und kennen Sie persönlich Betreuer von Wald, wie z. B. Förster? <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
			1.138	1.167	Basis (100 %)
			394	358	Ja
			35%	31%	
			743	804	Nein
			65%	69%	
			1	5	Weiß nicht
			0%	0%	
Frage 8.1: Wie gut kennen Sie sich mit Wald in Deutschland und Forstwirtschaft im Allgemeinen aus? Würden Sie sagen: sehr gut, eher gut, weniger gut oder kaum bis gar nicht? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 2.3: Wie gut kennen Sie sich mit Wald in Deutschland und Forstwirtschaft im Allgemeinen aus? Würden Sie sagen: sehr gut, eher gut, weniger gut oder kaum bis gar nicht? <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1167	Basis (100 %)
Sehr gut	102	83	22	19	Sehr gut
	8%	7%	2%	2%	
Eher gut	519	495	244	223	Eher gut
	43%	41%	21%	19%	
Weniger gut	450	481	554	567	Weniger gut
	37%	40%	49%	49%	
Kaum bis gar nicht	130	141	315	355	Kaum bis gar nicht
	11%	12%	28%	30%	
Weiß nicht	1	1	2	1	Weiß nicht
	0%	0%	0%	0%	
			1	1	k. A.
			0%	0%	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 8.2: Ganz unabhängig davon, wie vertraut Sie mit dem Thema Wald sind: Wenn Sie an die Waldfläche in Deutschland insgesamt denken: Hat diese in den letzten 20 Jahren zugenommen, ist gleich geblieben oder weniger geworden? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 2.4: Ganz unabhängig davon, wie vertraut Sie mit dem Thema Wald sind: Wenn Sie an die Waldfläche in Deutschland insgesamt denken: hat diese in den letzten 20 Jahren zugenommen, ist gleich geblieben oder weniger geworden? Was glauben Sie? <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Hat zugenommen	334	268	148	132	Hat zugenommen
	28 %	22 %	13 %	11 %	
Ist gleich geblieben	326	357	345	322	Ist gleich geblieben
	27 %	30 %	30 %	28 %	
Ist weniger geworden	524	561	622	683	Ist weniger geworden
	44 %	47 %	55 %	58 %	
Weiß nicht	17	13	17	24	Weiß nicht
	1 %	1 %	1 %	2 %	
k. A.	1	2	6	6	k. A.
	0 %	0 %	1 %	1 %	
Frage 8.3: Und wenn Sie an IHREN Wald denken: Sehen Sie Gefahren für IHREN Wald? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 3.3: Wenn Sie an den Wald in Deutschland denken: Sehen Sie da Gefahren für den Wald? <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	461	449	789	826	Ja
	38 %	37 %	69 %	71 %	
Nein	724	737	341	332	Nein
	60 %	61 %	30 %	28 %	
Weiß nicht	16	16	6	8	Weiß nicht
	1 %	1 %	1 %	1 %	
k. A.	1	0	2	1	k. A.
	0 %	0 %	0 %	0 %	
Frage 8.4: Und welche Gefahren sehen Sie da? <i>INT: NICHT VORLESEN, ANTWORTEN EINSORTIEREN</i> <i>EDV: MEHRFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN GEFAHREN WAHRGENOMMEN WERDEN (FRAGE 8.3 = JA)</i>			Frage 3.4: Und welche Gefahren sehen Sie da für den deutschen Wald? <i>INT: NICHT VORLESEN, ANTWORTEN EINSORTIEREN</i> <i>EDV: MEHRFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN GEFAHREN WAHRGENOMMEN WERDEN (FRAGE 3.3 = JA)</i>		
Basis (100 %)	461	449	789	826	Basis (100 %)
Waldschädlinge, z. B. Borkenkäfer oder Pilze	252	245	281	293	Übernutzung, z. B. zu viel Abholzung
	55 %	55 %	36 %	35 %	
Sturmschäden, z. B. Unwetter	127	137	295	282	Umweltverschmutzung/Umweltgifte
	28 %	30 %	37 %	34 %	
Brände/Trockenheit	103	101	201	200	Waldschädlinge, z. B. Borkenkäfer oder Pilze
	22 %	22 %	25 %	24 %	
Klimawandel	95	78	191	184	Flächenumwandlung, z. B. Neubaugebiete, Straßenbau
	21 %	17 %	24 %	22 %	
Umweltverschmutzung/Umweltgifte	72	55	162	154	Klimawandel
	16 %	12 %	21 %	19 %	
Waldsterben/Baumsterben	35	33	87	84	Waldsterben/Baumsterben
	8 %	7 %	11 %	10 %	
Flächenumwandlung, z. B. Neubaugebiete, Straßenbau	35	32	83	75	Brände/Trockenheit
	8 %	7 %	11 %	9 %	
Übernutzung, z. B. zu viel Abholzung	25	29	82	71	Sturmschäden, z. B. Unwetter
	5 %	6 %	10 %	9 %	
Wildverbiss, z. B. durch Rehe, also wenn Wildtiere kleine Bäumchen fressen	26	23	68	64	Müll/Vermüllung
	6 %	5 %	9 %	8 %	
Müll/Vermüllung	9	14	45	44	Aussterben von Wildtieren und Wildpflanzen
	2 %	3 %	6 %	5 %	
Windkraftanlagen	13	6	25	27	Wildverbiss, z. B. durch Rehe, also wenn Wildtiere kleine Bäumchen fressen
	3 %	1 %	3 %	3 %	
Aussterben von Wildtieren und Wildpflanzen	3	2	14	9	Windkraftanlagen
	1 %	0 %	2 %	1 %	
Andere Gefahren	31	35	102	92	Andere Gefahren
	7 %	8 %	13 %	11 %	
Weiß nicht	3	4	1	16	Weiß nicht
	1 %	1 %	0 %	2 %	
k. A.	3	5	1	3	k. A.
	1 %	1 %	0 %	0 %	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 8.5:			Frage 3.5:		
Glauben Sie, dass Ihr Wald einen Beitrag zum Klimaschutz leistet?			Glauben Sie, dass der Wald in Deutschland einen Beitrag zum Klimaschutz leistet?		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			<i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	1.130	1.140	1.081	1.105	Ja
	94 %	95 %	95 %	95 %	
Nein	68	59	48	46	Nein
	6 %	5 %	4 %	4 %	
Weiß nicht	4	3	7	15	Weiß nicht
	0 %	0 %	1 %	1 %	
	-	-	2	1	k. A.
	-	-	0 %	0 %	
Frage 8.6:					
Sind Sie Eigentümer mehrerer separater Waldteile oder eines zusammenhängenden Waldteils?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ein zusammenhängender Waldteil	751	738			
	62 %	61 %			
Mehrere separate Waldteile	446	446			
	37 %	37 %			
k. A.	5	17			
	0 %	1 %			
Frage 8.7:					
Aus wie vielen Waldteilen besteht Ihr Waldeigentum?					
<i>Filter: WENN MEHRERE SEPARATE WALDTEILE (FRAGE 8.6)</i>					
Basis (100 %)	446	446			
Mittelwert	4,30	3,92			
Standardabweichung	5,47	4,71			
Quartil 1 (25 %)	2	2			
Median (50 %)	3	3			
Quartil 3 (75 %)	5	5			
Weiß nicht	20	16			
	4 %	4 %			
k. A.	3	2			
	1 %	0 %			
Frage 8.6/8.7:					
Anzahl der Waldteile (zusammengefasst)					
Basis (100 %)	1.197	1.185			
Mittelwert	2,19	2,07			
Standardabweichung	3,64	3,18			
Quartil 1 (25 %)	1	1			
Median (50 %)	1	1			
Quartil 3 (75 %)	3	2			
Weiß nicht	20	16			
	2 %	1 %			
k. A.	3	2			
	0 %	0 %			
Frage 8.8:					
Größe des Waldeigentums in Hektar (Fragen nach m ² und ha zusammengefasst)					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
<i>Filter: WENN GRÖSSE ANGEZEIGT</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Mittelwert	17,13	12,09			
Standardabweichung	138,83	94,10			
Quartil 1 (25 %)	0,86	0,5			
Median (50 %)	2	2			
Quartil 3 (75 %)	5	5			
Weiß nicht	70	121			
	6 %	10 %			
k. A.	25	25			
	2 %	2 %			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 8.8:					
Größenklassen des Waldeigentums					
Basis (100 %)	1.107	1.056			
Kleinprivatwald (bis 20 ha)	1.047	1.009			
	95 %	96 %			
Klein/Mittlerer Privatwald (über 20 bis 200 ha)	46	40			
	4 %	4 %			
Mittlerer Privatwald (über 200 bis 500 ha)	6	3			
	1 %	0 %			
Mittlerer/Groß Privatwald (über 500 bis 1.000 ha)	5	3			
	0 %	0 %			
Großprivatwald (über 1.000 ha)	3	1			
	0 %	0 %			
Frage 8.9:					
Größe des größten Waldteils in Hektar (beide Fragen nach m ² und ha zusammengefasst). Wenn nur ein Waldteil, dann Waldgröße insgesamt.					
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER					
Filter: WENN GRÖSSE ANGEZEIGT					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Mittelwert	14,03	9,99			
Standardabweichung	134,81	91,90			
Quartil 1 (25 %)	0,47	0,3			
Median (50 %)	1	1			
Quartil 3 (75 %)	3	3			
Weiß nicht	66	120			
	5 %	10 %			
k. A.	25	25			
	2 %	2 %			
Frage 8.10:					
Seit wie vielen Jahren befindet sich der Wald in Ihrem Eigentum?					
INT: BEI MEHREREN WALDSTÜCKEN BITTE AUF DAS ÄLTESTE WALDSTÜCK BEZIEHEN. ES GEHT UM DAS EIGENTUM DES BEFRAGTEN EIGENTÜMERS, NICHT UM FAMILIENBESITZ.					
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Mittelwert	21,67	20,52			
Standardabweichung	18,72	18,14			
Quartil 1 (25 %)	9	7			
Median (50 %)	19	17			
Quartil 3 (75 %)	30	30			
Weiß nicht	32	35			
	3 %	3 %			
k. A.	15	12			
	1 %	1 %			
Frage 8.11:					
Sind Sie alleiniger Eigentümer des Waldes oder Miteigentümer einer Eigentümergemeinschaft, wie z. B. Ehepaar, Erbengemeinschaft oder Genossenschaft?					
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Alleiniger Eigentümer	613	610			
	51 %	51 %			
Miteigentümer	553	548			
	46 %	46 %			
Sowohl als auch (bei mehreren Waldteilen)	34	42			
	3 %	3 %			
Weiß nicht	1	1			
	0 %	0 %			
k. A.	1	1			
	0 %	0 %			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 8.12:					
Wie viele Mitglieder hat die Eigentümergemeinschaft?					
<i>Filter: WENN MITEIGENTÜMER – ODER SOWOHL ALS AUCH (FRAGE 8.11)</i>					
Basis (100 %)	587	590			
Mittelwert	8,56	7,25			
Standardabweichung	34,12	29,82			
Quartil 1 (25 %)	2	2			
Median (50 %)	2	2			
Quartil 3 (75 %)	4	3			
Weiß nicht	17	13			
	3%	2%			
k. A.	10	7			
	2%	1%			
Frage 8.13:					
Sind Sie Mitglied in einem Zusammenschluss zur Waldbewirtschaftung mit anderen Waldeigentümern, wie z. B. Forstbetriebsgemeinschaft?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ja	337	354			
	28	29%			
Nein	859	845			
	71%	70%			
Weiß nicht	5	2			
	0%	0%			
k. A.	1	1			
	0%	0%			
Frage 8.14:					
Ist Ihnen bekannt, dass es Zusammenschlüsse von Waldeigentümern zur gemeinsamen Bewirtschaftung ihres Waldes, wie z. B. Forstbetriebsgemeinschaften, gibt?					
<i>Filter: WENN NICHT MITGLIED IM ZUSAMMENSCHLUSS (FRAGE 8.13)</i>					
Basis (100 %)	859	845			
Ja	639	594			
	74%	70%			
Nein	213	246			
	25%	29%			
Weiß nicht	6	4			
	1%	0%			
k. A.	1	1			
	0%	0%			
Frage 8.15:					
Könnten Sie sich vorstellen, einem Zusammenschluss von Waldeigentümern zur gemeinsamen Waldbewirtschaftung beizutreten?					
<i>Filter: WENN NICHT MITGLIED IM ZUSAMMENSCHLUSS (FRAGE 8.13)</i>					
Basis (100 %)	859	845			
Ja	270	217			
	31%	26%			
Nein	555	590			
	65%	70%			
Weiß nicht	33	38			
	4%	4%			
k. A.	1	0			
	0%	0%			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 8.16: Kommen wir jetzt zum Thema Waldbesuch. Wie oft besuchen Sie Ihren Wald? Wenn Sie Eigentümer mehrerer Waldteile sind, denken Sie bitte an den größten Teil. <i>INT: NICHT VORLESEN, EINSORTIEREN, IM ZWEIFEL SCHÄTZEN</i> <i>EDV: EINFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 7.1: Nun geht es um Waldbesuche. Wie oft besuchen Sie Wald in Deutschland? <i>INT: NICHT VORLESEN, BITTE EINSORTIEREN</i> <i>EDV: EINFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100%)
Gar nicht	59	42	64	100	Gar nicht
	5%	4%	6%	9%	
Seltener als 1 Mal pro Jahr	121	114	55	89	Seltener als 1 Mal pro Jahr
	10%	9%	5%	8%	
Mindestens 1 Mal pro Jahr	149	159	66	83	Mindestens 1 Mal pro Jahr
	12%	13%	6%	7%	
Mindestens 1 Mal pro Halbjahr, also alle 6 Monate	131	131	71	83	Mindestens 1 Mal pro Halbjahr, also alle 6 Monate
	11%	11%	6%	7%	
Mindestens 1 Mal pro Quartal, also alle 3 Monate	188	183	99	103	Mindestens 1 Mal pro Quartal, also alle 3 Monate
	16%	15%	9%	9%	
Mindestens 1 Mal pro Monat	270	255	267	234	Mindestens 1 Mal pro Monat
	22%	21%	23%	20%	
Mindestens 1 Mal pro Woche	165	175	346	316	Mindestens 1 Mal pro Woche
	14%	15%	30%	27%	
Täglich/fast täglich	116	139	166	151	Täglich/fast täglich
	10%	12%	15%	13%	
Weiß nicht	3	5	3	7	Weiß nicht
	0%	0%	0%	1%	
k. A.	-	-	1	1	k. A.
	-	-	0%	0%	
Frage 8.17: Wie häufig sind Sie in Ihrem Wald in etwa aktiv oder geben Aktivitäten in Auftrag? Damit meinen wir z. B. das Pflanzen oder die Entnahme junger Bäume, die Pflege oder Vermarktung von Holz? <i>INT: NICHT VORLESEN, EINSORTIEREN</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
Gar nicht	236	237			
	20%	20%			
Seltener als 10 Jahre	66	52			
	5%	4%			
Alle 10 Jahre	35	29			
	3%	2%			
Alle 5 Jahre	146	132			
	12%	11%			
Einmal im Jahr	322	299			
	27%	25%			
Mehr als einmal im Jahr	386	439			
	32%	37%			
Weiß nicht	8	5			
	1%	0%			
k. A.	3	8			
	0%	1%			
Frage 9.1: Über Zusammenhänge und Möglichkeiten im Wald kann man sich ja auf vielfältige Art und Weise informieren. Wenn Sie an das letzte Jahr denken, haben Sie sich da einmal bewußt über den Wald in Deutschland in den Medien, also z. B. im Internet, in Zeitungen oder im Fernsehen informiert? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 3.1: Wenn Sie an das letzte Jahr denken, haben Sie sich da einmal bewußt über den Wald in Deutschland in den Medien, also z. B. im Internet, in Zeitungen oder im Fernsehen, informiert? <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100%)
Ja	638	587	397	378	Ja
	53%	49%	35%	32%	
Nein	557	610	741	789	Nein
	46%	51%	65%	68%	
Weiß nicht	6	5	-	-	Weiß nicht
	0%	0%	-	-	
k. A.	1	0	-	-	k. A.
	0%	0%	-	-	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 9.2:					
Und über welche Medien informieren Sie sich im Wesentlichen zum Thema Wald?					
INT: BITTE EINZELN VORLESEN					
EDV: MEHRFACHNENNUNG					
Filter: WENN JA (FRAGE 9.1)					
Basis (100 %)	638	587			
Internet	355	333			
	56 %	57 %			
Fachzeitschriften	303	275			
	47 %	47 %			
Fernsehen	259	255			
	41 %	44 %			
Seminare, Tagungen, Versammlungen	122	111			
	19 %	19 %			
Radio	84	85			
	13 %	14 %			
Sonstiges	117	88			
	18 %	15 %			
k. A.	1	0			
	0 %	0 %			
Frage 9.3:					
Und wie häufig informieren Sie sich gezielt über Themen zum Wald, wie z.B. Waldarbeit, Holznutzung, Holzverkauf, Erholung, Naturschutz oder Waldbau?					
INT: NICHT VORLESEN, EINSORTIEREN					
Filter: WENN JA (FRAGE 9.1)					
Basis (100 %)	638	587			
Gar nicht	31	48			
	5 %	8 %			
Seltener/ unregelmäßig	146	129			
	23 %	22 %			
Mindestens 1 Mal pro Jahr	113	96			
	18 %	16 %			
Mindestens 1 Mal pro Halbjahr, also alle 6 Monate	86	92			
	13 %	16 %			
Mindestens 1 Mal pro Quartal, also alle 3 Monate	119	97			
	19 %	16 %			
Mindestens 1 Mal pro Monat	104	91			
	16 %	16 %			
Mindestens 1 Mal pro Woche	28	23			
	4 %	4 %			
Täglich/ fast täglich	9	9			
	1 %	2 %			
Weiß nicht	1	0			
	0 %	0 %			
k. A.	1	0			
	0 %	0 %			
Frage 9.4:			Frage 3.2:		
Und haben Sie sich schon einmal bei Fachleuten, also z.B. bei Förstern oder anderen Fachpersonen, über Wald in Deutschland informiert?			Und haben Sie sich schon einmal bei Fachleuten, also z.B. bei Förstern oder anderen Fachpersonen, über Wald in Deutschland informiert?		
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	819	739	307	248	Ja
	68 %	61 %	27 %	21 %	
Nein	381	453	831	919	Nein
	32 %	38 %	73 %	79 %	
Weiß nicht	1	10	-	-	Weiß nicht
	0 %	1 %	-	-	
k. A.	1	0	-	-	k. A.
	0 %	0 %	-	-	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 9.5:					
Wenn Sie einmal an die verschiedenen Entscheidungen denken, die für Ihren Wald getroffen werden müssen, an wen wenden Sie sich da?					
INT. NICHT VORLESEN, OFFEN ANTWORTEN LASSEN UND EINSORTIEREN, AN NIEMANDEN EXKLUSIV					
EDV: MEHRFACHNENNUNG					
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Staatliche Förster/ Revierleiter/forstliche Dienstleister	623	580			
	52 %	48 %			
Familie	191	239			
	16 %	20 %			
Private Förster/Revierleiter/ forstliche Dienstleister	248	193			
	21 %	16 %			
Andere Waldeigentümer	131	132			
	11 %	11 %			
Waldbewirtschaftungsgemeinschaft/FBG-Vorstand	124	101			
	10 %	8 %			
Verbände	29	17			
	2 %	1 %			
Sonstiges	67	83			
	6 %	7 %			
An niemanden	87	105			
	7 %	9 %			
Weiß nicht	8	13			
	1 %	1 %			
k. A.	4	6			
	0 %	0 %			
Frage 9.6:					
Und wer kümmert sich HAUPTSÄCHLICH um Ihren Wald bzw. die Waldbewirtschaftung?					
INT. NICHT VORLESEN, OFFEN ANTWORTEN LASSEN					
EDV: EINFACHNENNUNG					
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ich selbst	542	524			
	45 %	44 %			
Familie	301	357			
	25 %	30 %			
Staatliche Förster/ Revierleiter/forstliche Dienstleister	88	70			
	7 %	6 %			
Niemand	73	61			
	6 %	5 %			
Private Förster/Revierleiter/ forstliche Dienstleister	56	52			
	5 %	4 %			
Waldbewirtschaftungsgemeinschaft/FBG-Vorstand	68	46			
	6 %	4 %			
Sonstige	33	38			
	3 %	3 %			
Andere Waldeigentümer	27	35			
	2 %	3 %			
Verbände	6	3			
	0 %	0 %			
Weiß nicht	5	6			
	0 %	0 %			
k. A.	3	11			
	0 %	1 %			
Frage 10.1_1:					
Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in Ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben.					
Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald gezielt mehr Laubwald und dafür weniger Nadelwald angepflanzt bzw. anpflanzen lassen, um den Wald ursprünglicher zu gestalten?					
EDV: RANDOMISIERUNG					
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	531	531	858	852	Würde ich befürworten
	44 %	44 %	75 %	73 %	
Nein	651	658	174	223	Würde ich ablehnen
	54 %	55 %	15 %	19 %	
Weiß nicht	13	10	83	76	Weiß nicht
	1 %	1 %	7 %	6 %	
k. A.	7	3	23	16	k. A.
	1 %	0 %	2 %	1 %	
Frage 4.1_1:					
Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald...					
... mehr Laubwald und dafür weniger Nadelwald angepflanzt wird, um den Wald ursprünglicher zu gestalten.					
EDV: RANDOMISIERUNG					
Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER					

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 10.1_2: Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben. Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald auch Baumarten, die eigentlich nicht aus Deutschland stammen, angepflanzt bzw. anpflanzen lassen, um den Wald abwechslungsreicher zu gestalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_2: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... auch Baumarten, die eigentlich nicht aus Deutschland stammen, angepflanzt werden, um den Wald abwechslungsreicher zu gestalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	154 13 %	167 14 %	381 33 %	489 42 %	Würde ich befürworten
Nein	1.037 86 %	1.023 85 %	718 63 %	643 55 %	Würde ich ablehnen
Weiß nicht	11 1 %	13 1 %	33 3 %	31 3 %	Weiß nicht
k. A.	- -	- -	6 1 %	3 0 %	k. A.
Frage 10.1_3: Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben. Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald einzelne Bäume gefällt bzw. fällen lassen, um anderen Bäumen dafür Wachstum zu ermöglichen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_3: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... einzelne Bäume gefällt werden, um anderen Bäumen dafür Wachstum zu ermöglichen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	869 72 %	887 74 %	997 88 %	1.012 87 %	Würde ich befürworten
Nein	317 26 %	309 26 %	114 10 %	123 11 %	Würde ich ablehnen
Weiß nicht	16 1 %	6 0 %	20 2 %	22 2 %	Weiß nicht
k. A.	- -	- -	7 1 %	10 1 %	k. A.
Frage 10.1_4: Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben. Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald auf bestimmten Flächen kein Holz mehr, z. B. für Brennholz oder Möbelherstellung, genutzt bzw. nutzen lassen, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_4: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... auf bestimmten Flächen kein Holz mehr, z. B. für Brennholz oder Möbelherstellung, genutzt wird, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	487 41 %	502 42 %	989 87 %	1.016 87 %	Würde ich befürworten
Nein	698 58 %	688 57 %	125 11 %	127 11 %	Würde ich ablehnen
Weiß nicht	16 1 %	11 1 %	21 2 %	21 2 %	Weiß nicht
k. A.	1 0 %	1 0 %	3 0 %	2 0 %	k. A.

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 10.1_5: Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben. Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald auf bestimmten Flächen das Betreten des Waldes nicht mehr zugelassen, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? <i>EDV: RANDOMISIERUNG</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 4.1_5: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... auf bestimmten Flächen das Betreten des Waldes nicht mehr zugelassen wird, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? <i>EDV: RANDOMISIERUNG</i> <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	192	213	981	1.012	Würde ich befürworten
	16 %	18 %	86 %	87 %	
Nein	994	976	148	146	Würde ich ablehnen
	83 %	81 %	13 %	13 %	
Weiß nicht	12	9	4	2	Weiß nicht
	1 %	1 %	0 %	0 %	
k. A.	4	3	5	6	k. A.
	0 %	0 %	0 %	1 %	
Frage 10.1_6: Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben. Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald Holz genutzt bzw. nutzen lassen, um es, z. B., für Brennholz oder die Möbelherstellung zur Verfügung zu stellen? <i>EDV: RANDOMISIERUNG</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 4.1_6: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... Holz genutzt bzw. gefällt wird, um es, z. B. für Brennholz oder die Möbelherstellung zur Verfügung zu stellen? <i>EDV: RANDOMISIERUNG</i> <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	862	815	765	733	Würde ich befürworten
	72 %	68 %	67 %	63 %	
Nein	335	385	343	402	Würde ich ablehnen
	28 %	32 %	30 %	34 %	
Weiß nicht	4	1	19	21	Weiß nicht
	0 %	0 %	2 %	2 %	
k. A.	1	1	11	12	k. A.
	0 %	0 %	1 %	1 %	
Frage 10.1_7: Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben. Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald gezielt einzelne Bäume nicht mehr gefällt bzw. fällen lassen, um diese Bäume für spezielle Tiere, wie Spechte, dauerhaft zu erhalten? <i>EDV: RANDOMISIERUNG</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 4.1_7: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... gezielt einzelne Bäume nicht mehr gefällt werden, um diese Bäume für spezielle Tiere, wie Spechte, dauerhaft zu erhalten? <i>EDV: RANDOMISIERUNG</i> <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	550	544	1.050	1.074	Würde ich befürworten
	46 %	45 %	92 %	92 %	
Nein	625	638	73	72	Würde ich ablehnen
	52 %	53 %	6 %	6 %	
Weiß nicht	24	18	9	10	Weiß nicht
	2 %	1 %	1 %	1 %	
k. A.	3	2	6	12	k. A.
	0 %	0 %	1 %	1 %	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 10.1_8: Wir würden gerne mehr darüber erfahren, welche Aktivitäten Sie in den VERGANGENEN 10 JAHREN bzw. seit Sie Eigentümer des Waldes sind, in ihrem Wald umgesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob Sie selber aktiv waren oder ob Sie den Auftrag dazu gegeben haben. Haben Sie in der Vergangenheit in Ihrem Wald Waldwege gepflegt bzw. pflegen lassen, z.B. durch das Beseitigen von Ästen und Wegeschäden nach der Holzernte, um diese Wege speziell für Waldbesucher zur Verfügung zu stellen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_8: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... Waldwege gepflegt werden, z.B. durch das Beseitigen von Ästen und Wegeschäden nach der Holzernte, um diese Wege speziell für Waldbesucher zur Verfügung zu stellen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	469	506	911	932	Würde ich befürworten
	39%	42%	80%	80%	
Nein	718	686	214	224	Würde ich ablehnen
	60%	57%	19%	19%	
Weiß nicht	10	10	8	7	Weiß nicht
	1%	1%	1%	1%	
k. A.	5	1	5	4	k. A.
	0%	0%	0%	0%	
Frage 10.2_2: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... gezielt mehr Laubwald und dafür weniger Nadelwald anzupflanzen bzw. anpflanzen zu lassen, um den Wald ursprünglicher zu gestalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_1: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... mehr Laubwald und dafür weniger Nadelwald angepflanzt wird, um den Wald ursprünglicher zu gestalten. EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	851	837	858	852	Würde ich befürworten
	71%	70%	75%	73%	
Nein	319	337	174	223	Würde ich ablehnen
	27%	28%	15%	19%	
Weiß nicht	26	19	83	76	Weiß nicht
	2%	2%	7%	6%	
k. A.	6	9	23	16	k. A.
	0%	1%	2%	1%	
Frage 10.2_2: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... auch Baumarten, die eigentlich nicht aus Deutschland stammen, anzupflanzen bzw. anpflanzen zu lassen, um den Wald abwechslungsreicher zu gestalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_2: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... auch Baumarten, die eigentlich nicht aus Deutschland stammen, angepflanzt werden, um den Wald abwechslungsreicher zu gestalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Ja	341	339	381	489	Würde ich befürworten
	28%	28%	33%	42%	
Nein	827	827	718	643	Würde ich ablehnen
	69%	69%	63%	55%	
Weiß nicht	32	35	33	31	Weiß nicht
	3%	3%	3%	3%	
k. A.	2	1	6	3	k. A.
	0%	0%	1%	0%	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 10.2_3: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... einzelne Bäume zu fällen bzw. fällen zu lassen, um anderen Bäumen dafür Wachstum zu ermöglichen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_3: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... einzelne Bäume gefällt werden, um anderen Bäumen dafür Wachstum zu ermöglichen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100%)
Ja	1.036 86%	1.061 88%	997 88%	1.012 87%	Würde ich befürworten
Nein	151 13%	129 11%	114 10%	123 11%	Würde ich ablehnen
Weiß nicht	13 1%	11 1%	20 2%	22 2%	Weiß nicht
k. A.	2 0%	1 0%	7 1%	10 1%	k. A.
Frage 10.2_4: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... auf bestimmten Flächen kein Holz mehr, z. B. für Brennholz oder Möbelherstellung, zu nutzen bzw. nutzen zu lassen, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_4: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... auf bestimmten Flächen kein Holz mehr, z. B. für Brennholz oder Möbelherstellung, genutzt wird, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100%)
Ja	638 53%	686 57%	989 87%	1.016 87%	Würde ich befürworten
Nein	548 46%	500 42%	125 11%	127 11%	Würde ich ablehnen
Weiß nicht	15 1%	11 1%	21 2%	21 2%	Weiß nicht
k. A.	1 0%	5 0%	3 0%	2 0%	k. A.
Frage 10.2_5: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... auf bestimmten Flächen das Betreten des Waldes nicht mehr zuzulassen, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 4.1_5: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... auf bestimmten Flächen das Betreten des Waldes nicht mehr zugelassen wird, um den Wald auf diesen Flächen ausschließlich für Tiere und Pflanzen zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100%)
Ja	510 42%	554 46%	981 86%	1.012 87%	Würde ich befürworten
Nein	665 55%	628 52%	148 13%	146 13%	Würde ich ablehnen
Weiß nicht	22 2%	19 2%	4 0%	2 0%	Weiß nicht
k. A.	5 0%	2 0%	5 0%	6 1%	k. A.

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 10.2_6: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... Holz zu nutzen bzw. nutzen zu lassen, um es, z.B., für Brennholz oder die Möbelherstellung zur Verfügung zu stellen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER Basis (100 %)			Frage 4.1_6: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... Holz genutzt bzw. gefällt wird, um es, z.B. für Brennholz oder die Möbelherstellung zur Verfügung zu stellen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER Basis (100 %)		
Ja	901	899	765	733	Würde ich befürworten
	75 %	75 %	67 %	63 %	
Nein	288	286	343	402	Würde ich ablehnen
	24 %	24 %	30 %	34 %	
Weiß nicht	12	16	19	21	Weiß nicht
	1 %	1 %	2 %	2 %	
k. A.	1	1	11	12	k. A.
	0 %	0 %	1 %	1 %	
Frage 10.2_7: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... gezielt einzelne Bäume nicht mehr zu fällen bzw. fällen zu lassen, um diese Bäume für spezielle Tiere, wie Spechte, dauerhaft zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER Basis (100 %)			Frage 4.1_7: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... gezielt einzelne Bäume nicht mehr gefällt werden, um diese Bäume für spezielle Tiere, wie Spechte, dauerhaft zu erhalten? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER Basis (100 %)		
Ja	909	910	1.050	1.074	Würde ich befürworten
	76 %	76 %	92 %	92 %	
Nein	278	266	73	72	Würde ich ablehnen
	23 %	22 %	6 %	6 %	
Weiß nicht	11	12	9	10	Weiß nicht
	1 %	1 %	1 %	1 %	
k. A.	4	14	6	12	k. A.
	0 %	1 %	1 %	1 %	
Frage 10.2_8: Außerdem würde uns interessieren, welche der Maßnahmen Sie sich in den NÄCHSTEN 10 JAHREN vorstellen können. Gehen Sie bei Ihrer Einschätzung bitte davon aus, dass die Rahmenbedingungen bleiben wie bisher. Können Sie sich zukünftig vorstellen in Ihrem Wald... Waldwege zu pflegen bzw. pflegen zu lassen, z.B. durch das Beseitigen von Ästen und Wegeschäden nach der Holzernte, um diese Wege speziell für Waldbesucher zur Verfügung zu stellen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN WALDEIGENTÜMER Basis (100 %)			Frage 4.1_8: Es gibt ja verschiedene Maßnahmen, um Wald zu erhalten oder zu entwickeln. Bitte stellen Sie sich nun einmal vor, Sie dürften entscheiden, was im Wald in Deutschland getan wird. Würden Sie es befürworten oder ablehnen, wenn im deutschen Wald... ... Waldwege gepflegt werden, z.B. durch das Beseitigen von Ästen und Wegeschäden nach der Holzernte, um diese Wege speziell für Waldbesucher zur Verfügung zu stellen? EDV: RANDOMISIERUNG Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER Basis (100 %)		
Ja	548	577	911	932	Würde ich befürworten
	46 %	48 %	80 %	80 %	
Nein	629	593	214	224	Würde ich ablehnen
	52 %	49 %	19 %	19 %	
Weiß nicht	19	23	8	7	Weiß nicht
	2 %	2 %	1 %	1 %	
k. A.	6	10	5	4	k. A.
	0 %	1 %	0 %	0 %	
Frage 10.3: Glauben sie, Ihr Wald ist allgemein oder teilweise zu klein für die geschilderten Waldbehandlungsmaßnahmen? Filter: WENN WALDEIGENTÜMER Basis (100 %)					
Ja	698	668			
	58 %	56 %			
Nein	455	482			
	38 %	40 %			
Weiß nicht	45	42			
	4 %	3 %			
k. A.	4	9			
	0 %	1 %			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 10.4:					
Sie haben angegeben, dass Sie bereits Holz genutzt haben oder das in Zukunft planen. Aus welchen der folgenden Gründe haben Sie Holz genutzt bzw. planen Sie Holz zu nutzen?					
INT: BITTE VORLESEN					
EDV: MEHRFACHNENNUNG, RANDOMISIERUNG					
AUSSER SONSTIGES					
Filter: WENN HOLZ GENUTZT ODER NUTZUNG					
GEPLANT (10.1.3 = JA oder 10.2.3 = JA oder 10.1.6 = JA oder 10.2.6 = JA)					
Basis (100 %)	1.114	1.132			
Zur Selbstversorgung	772	776			
	69 %	69 %			
Aus Forstschutzgründen, wie z. B. Sturmschaden oder Borkenkäferbefall	622	613			
	56 %	54 %			
Aus waldbaulichen Gründen/Bedarf zur Waldpflege	563	541			
	51 %	48 %			
Aus finanziellen Gründen	170	160			
	15 %	14 %			
Weil die Holzmarktpreise gut sind	131	143			
	12 %	13 %			
Sonstige Gründe	61	80			
	5 %	7 %			
Weiß nicht	2	2			
	0 %	0 %			
k. A.	4	4			
	0 %	0 %			
Frage 11.2_1:			Frage 5.2_1:		
Im deutschen Wald werden ja verschiedene Maßnahmen umgesetzt. Dazu zählen FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen, wie das Fällen von Bäumen z. B. für Brennholz oder für Möbel. Dazu zählen auch ERHOLUNGSMASSNAHMEN, wie gepflegte Waldwege für Waldbesucher und NATURSCHUTZMASSNAHMEN, wie das ausschließliche Erhalten von Waldfläche für Tiere und Pflanzen. Alle diese Maßnahmen können Ihnen ja unterschiedlich wichtig sein. Ich nenne Ihnen nun jeweils zwei dieser Maßnahmen in unterschiedlichen Kombinationen und Sie sagen mir bitte, welche von den beiden Maßnahmen aus Ihrer Sicht in Zukunft vermehrt in Ihrem Wald durchgeführt werden sollen. Bitte denken Sie nun an FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen und ERHOLUNGSMABNAHMEN. Welche dieser beiden Maßnahmen soll aus Ihrer Sicht zukünftig mehr in Ihrem Wald umgesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass das im Gegenzug bedeutet, dass die andere Maßnahme dadurch weniger umgesetzt wird.			Im deutschen Wald werden ja verschiedene Maßnahmen umgesetzt. Dazu zählen FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen, wie das Fällen von Bäumen z. B. für Brennholz oder für Möbel. Dazu zählen auch ERHOLUNGSMASSNAHMEN, wie gepflegte Waldwege für Waldbesucher und NATURSCHUTZMASSNAHMEN, wie das ausschließliche Erhalten von Waldfläche für Tiere und Pflanzen. Alle diese Maßnahmen können Ihnen ja unterschiedlich wichtig sein. Ich nenne Ihnen nun jeweils zwei dieser Maßnahmen in unterschiedlichen Kombinationen und Sie sagen mir bitte, welche von den beiden Maßnahmen aus Ihrer Sicht in Zukunft vermehrt durchgeführt werden soll. Bitte denken Sie nun an FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen und ERHOLUNGSMABNAHMEN. Welche dieser beiden Maßnahmen soll aus Ihrer Sicht zukünftig mehr umgesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass das im Gegenzug bedeutet, dass die andere Maßnahme dadurch weniger umgesetzt wird.		
EDV: REIHENFOLGE IN UND ZWISCHEN KATEGORIEN			EDV: REIHENFOLGE IN UND ZWISCHEN KATEGORIEN		
RANDOMISIEREN			RANDOMISIEREN		
Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Vermehrt FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen	637	615	553	555	Vermehrt FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen
	53 %	51 %	49 %	48 %	
Vermehrt ERHOLUNGSMABNAHMEN	349	384	473	497	Vermehrt ERHOLUNGSMABNAHMEN
	29 %	32 %	42 %	43 %	
Weder noch	191	178	98	91	Weder noch
	16 %	15 %	9 %	8 %	
Weiß nicht	19	17	4	2	Weiß nicht
	2 %	1 %	0 %	0 %	
k. A.	6	8	10	22	k. A.
	0 %	1 %	1 %	2 %	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 11.2_2: Im deutschen Wald werden ja verschiedene Maßnahmen umgesetzt. Dazu zählen FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen, wie das Fällen von Bäumen z.B. für Brennholz oder für Möbel. Dazu zählen auch ERHOLUNGSMASSNAHMEN, wie gepflegte Waldwege für Waldbesucher und NATURSCHUTZMASSNAHMEN, wie das ausschließliche Erhalten von Waldfläche für Tiere und Pflanzen. Alle diese Maßnahmen können Ihnen ja unterschiedlich wichtig sein. Ich nenne Ihnen nun jeweils zwei dieser Maßnahmen in unterschiedlichen Kombinationen und Sie sagen mir bitte, welche von den beiden Maßnahmen aus Ihrer Sicht in Zukunft vermehrt in Ihrem Wald durchgeführt werden sollen. Bitte denken Sie nun an FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen und NATURSCHUTZMASSNAHMEN. Welche dieser beiden Maßnahmen soll aus Ihrer Sicht zukünftig mehr in Ihrem Wald umgesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass das im Gegenzug bedeutet, dass die andere Maßnahme dadurch weniger umgesetzt wird. EDV: REIHENFOLGE IN UND ZWISCHEN KATEGORIEN RANDOMISIEREN Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 5.2_2: Im deutschen Wald werden ja verschiedene Maßnahmen umgesetzt. Dazu zählen FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen, wie das Fällen von Bäumen z.B. für Brennholz oder für Möbel. Dazu zählen auch ERHOLUNGSMASSNAHMEN, wie gepflegte Waldwege für Waldbesucher und NATURSCHUTZMASSNAHMEN, wie das ausschließliche Erhalten von Waldfläche für Tiere und Pflanzen. Alle diese Maßnahmen können Ihnen ja unterschiedlich wichtig sein. Ich nenne Ihnen nun jeweils zwei dieser Maßnahmen in unterschiedlichen Kombinationen und Sie sagen mir bitte, welche von den beiden Maßnahmen aus Ihrer Sicht in Zukunft vermehrt durchgeführt werden soll. Bitte denken Sie nun an FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen und NATURSCHUTZMASSNAHMEN. Welche dieser beiden Maßnahmen soll aus Ihrer Sicht zukünftig mehr umgesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass das im Gegenzug bedeutet, dass die andere Maßnahme dadurch weniger umgesetzt wird. EDV: REIHENFOLGE IN UND ZWISCHEN KATEGORIEN RANDOMISIEREN Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Vermehrt FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen	355	342	164	165	Vermehrt FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen
	30%	28%	14%	14%	
Vermehrt NATURSCHUTZMASSNAHMEN	688	714	871	896	Vermehrt NATURSCHUTZMASSNAHMEN
	57%	59%	77%	77%	
Weder noch	144	125	86	73	Weder noch
	12%	10%	8%	6%	
Weiß nicht	9	14	5	6	Weiß nicht
	1%	1%	0%	1%	
k. A.	6	7	12	27	k. A.
	0%	1%	1%	2%	
Frage 11.2_3: Im deutschen Wald werden ja verschiedene Maßnahmen umgesetzt. Dazu zählen FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen, wie das Fällen von Bäumen z.B. für Brennholz oder für Möbel. Dazu zählen auch ERHOLUNGSMASSNAHMEN, wie gepflegte Waldwege für Waldbesucher und NATURSCHUTZMASSNAHMEN, wie das ausschließliche Erhalten von Waldfläche für Tiere und Pflanzen. Alle diese Maßnahmen können Ihnen ja unterschiedlich wichtig sein. Ich nenne Ihnen nun jeweils zwei dieser Maßnahmen in unterschiedlichen Kombinationen und Sie sagen mir bitte, welche von den beiden Maßnahmen aus Ihrer Sicht in Zukunft vermehrt in Ihrem Wald durchgeführt werden sollen. Bitte denken Sie nun an NATURSCHUTZMASSNAHMEN und ERHOLUNGSMASSNAHMEN. Welche dieser beiden Maßnahmen soll aus Ihrer Sicht zukünftig mehr in Ihrem Wald umgesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass das im Gegenzug bedeutet, dass die andere Maßnahme dadurch weniger umgesetzt wird. EDV: REIHENFOLGE IN UND ZWISCHEN KATEGORIEN RANDOMISIEREN Filter: WENN WALDEIGENTÜMER			Frage 5.2_3: Im deutschen Wald werden ja verschiedene Maßnahmen umgesetzt. Dazu zählen FORSTWIRTSCHAFTLICHE Maßnahmen, wie das Fällen von Bäumen z.B. für Brennholz oder für Möbel. Dazu zählen auch ERHOLUNGSMASSNAHMEN, wie gepflegte Waldwege für Waldbesucher und NATURSCHUTZMASSNAHMEN, wie das ausschließliche Erhalten von Waldfläche für Tiere und Pflanzen. Alle diese Maßnahmen können Ihnen ja unterschiedlich wichtig sein. Ich nenne Ihnen nun jeweils zwei dieser Maßnahmen in unterschiedlichen Kombinationen und Sie sagen mir bitte, welche von den beiden Maßnahmen aus Ihrer Sicht in Zukunft vermehrt durchgeführt werden soll. Bitte denken Sie nun an NATURSCHUTZMASSNAHMEN und ERHOLUNGSMASSNAHMEN. Welche dieser beiden Maßnahmen soll aus Ihrer Sicht zukünftig mehr umgesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass das im Gegenzug bedeutet, dass die andere Maßnahme dadurch weniger umgesetzt wird. EDV: REIHENFOLGE IN UND ZWISCHEN KATEGORIEN RANDOMISIEREN Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100 %)
Vermehrt NATURSCHUTZMASSNAHMEN	912	944	913	927	Vermehrt NATURSCHUTZMASSNAHMEN
	76%	79%	80%	79%	
Vermehrt ERHOLUNGSMASSNAHMEN	137	123	146	148	Vermehrt ERHOLUNGSMASSNAHMEN
	11%	10%	13%	13%	
Weder noch	133	111	68	70	Weder noch
	11%	9%	6%	6%	
Weiß nicht	13	14	2	1	Weiß nicht
	1%	1%	0%	0%	
k. A.	7	9	9	21	k. A.
	1%	1%	1%	2%	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 11.2: Der deutsche Wald gehört teilweise dem Staat und Gemeinden und teilweise privaten Personen, wie Ihnen. Sind Sie der Meinung, dass private Waldeigentümer Wald anders behandeln sollten als der Staat und die Gemeinden? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 6.1: Der deutsche Wald gehört teilweise dem Staat und Gemeinden und teilweise privaten Personen. Sind Sie der Meinung, dass private Waldeigentümer Wald anders behandeln sollten als der Staat und die Gemeinden? <i>Filter: WENN NICHT WALDEIGENTÜMER</i>		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.138	1.167	Basis (100%)
Ja	459	482	221	265	Ja
	38%	40%	19%	23%	
Nein	663	649	830	805	Nein
	55%	54%	73%	69%	
Weiß nicht	71	66	78	84	Weiß nicht
	6%	6%	7%	7%	
k. A.	9	5	9	12	k. A.
	1%	0%	1%	1%	
Frage 11.3: Welche der folgenden Maßnahmen sollte der private Waldeigentümer eher als der Staat und Gemeinden vornehmen? <i>INT: VORLESEN</i> <i>EDV: RANDOMISIERUNG, EINFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN JA (FRAGE 11.2 = JA)</i>			Frage 6.2: Welche der folgenden Maßnahmen sollte ein privater Waldeigentümer eher als der Staat und Gemeinden vornehmen? <i>INT: VORLESEN</i> <i>EDV: RANDOMISIERUNG, EINFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN JA (FRAGE 6.1 = JA)</i>		
Basis (100%)	459	482	221	265	Basis (100%)
Naturschutzmaßnahmen	229	254	134	172	Naturschutzmaßnahmen
	50%	53%	61%	65%	
Holzbereitstellung	147	141	48	45	Erholungsmaßnahmen
	32%	29%	22%	17%	
Erholungsmaßnahmen	38	44	22	32	Holzbereitstellung
	8%	9%	10%	12%	
Sonstiges	30	29	11	8	Sonstiges
	7%	6%	5%	3%	
Weiß nicht	10	7	4	4	Weiß nicht
	2%	2%	2%	2%	
k. A.	5	7	2	4	k. A.
	1%	1%	1%	2%	
Frage 12.1: Haben Sie in den letzten 10 Jahren Beratung und Betreuung für Ihren Wald durch professionelle Forstleute, wie Förster oder Revierdienstleister, in Anspruch genommen? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
Ja	648	610			
	54%	51%			
Nein	548	590			
	46%	49%			
Weiß nicht	5	2			
	0%	0%			
k. A.	1	0			
	0%	0%			
Frage 12.2: Waren das HAUPTSÄCHLICH staatliche oder private Forstleute? <i>Filter: WENN BERATUNG/BETREUUNG IN ANSPRUCH GENOMMEN (FRAGE 12.1)</i>					
Basis (100%)	648	610			
Staatliche Forstleute/Förster/ Revierleiter/forstliche Dienstleister	482	435			
	74%	71%			
Private Forstleute/Förster/ Revierleiter/forstliche Dienstleister	156	162			
	24%	27%			
Weiß nicht	9	12			
	1%	2%			
k. A.	1	0			
	0%	0%			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 12.3:					
Wie zufrieden sind Sie mit den bestehenden Angeboten zur Beratung bzw. Betreuung? Sind Sie sehr zufrieden, zufrieden, weniger zufrieden oder überhaupt nicht zufrieden?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Sehr zufrieden	217	218			
	18 %	18 %			
Zufrieden	576	557			
	48 %	46 %			
Weniger zufrieden	64	54			
	5 %	5 %			
Überhaupt nicht zufrieden	14	24			
	1 %	2 %			
Kann ich nicht einschätzen	305	308			
	25 %	26 %			
k. A.	26	41			
	2 %	3 %			
Frage 12.4:					
Würden Sie sich in Zukunft mit Ihrem Wald lieber von staatlichen oder privaten Forstleuten/ Forstdienstleistern beraten bzw. betreuen lassen?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Staatliche Forstleute/Förster/ Revierleiter/forstliche Dienstleister	634	563			
	53 %	47 %			
Private Forstleute/Förster/ Revierleiter/forstliche Dienstleister	341	387			
	28 %	32 %			
Weiß nicht	175	179			
	15 %	15 %			
k. A.	52	74			
	4 %	6 %			
Frage 12.5:					
In welchen Bereichen würden Sie sich künftig mehr oder bessere Beratung bzw. Betreuung wünschen? (Mehrfachnennung)					
<i>INT: BITTE EINZELN VORLESEN</i>					
<i>EDV: RANDOMISIERUNG AUSSER SONSTIGES, MEHRFACHNENNUNG</i>					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Waldpflege	624	609			
	52 %	51 %			
Naturschutzmaßnahmen	537	543			
	45 %	45 %			
Klimaschutzmaßnahmen	404	453			
	34 %	38 %			
Waldumbau, d.h. Veränderung der Baumartenzusammensetzung	426	394			
	35 %	33 %			
Holzernte	320	286			
	27 %	24 %			
Holzvermarktung	261	257			
	22 %	21 %			
Erholungsmaßnahmen	160	193			
	13 %	16 %			
Nutzungsaufschub/-verzicht	174	158			
	14 %	13 %			
Sonstiges	56	46			
	5 %	4 %			
Weiß nicht	76	71			
	6 %	6 %			
k. A.	82	87			
	7 %	7 %			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 12.6:					
Könnten Sie sich vorstellen, die Pflege, Bewirtschaftung und Vermarktung Ihres Waldes mit allen anstehenden Aufgaben aus den Händen zu geben, also von professionellen Forstleuten ein „Rundum-Sorglos-Paket“ zu kaufen? Könnten Sie sich das sehr gut vorstellen, gut vorstellen, weniger gut vorstellen oder überhaupt nicht vorstellen?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
SPONTAN: Das mache ich bereits	63	66			
	5%	5%			
Kann ich mir sehr gut vorstellen	89	97			
	7%	8%			
Kann ich mir gut vorstellen	190	143			
	16%	12%			
Kann ich mir weniger gut vorstellen	316	293			
	26%	24%			
Kann ich mir überhaupt nicht vorstellen	522	578			
	43%	48%			
Weiß nicht	17	11			
	1%	1%			
k. A.	5	15			
	0%	1%			
Frage 13.1:					
Welcher Waldtyp herrscht in Ihrem Eigentum vor?					
Laub-, Misch- oder Nadelwald?					
<i>INT: BEI 50/50 LAUBWALD/NADELWALD BITTE MISCHWALD WÄHLEN</i>					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
Laubwald	290	275			
	24%	23%			
Mischwald	617	596			
	51%	50%			
Nadelwald	290	323			
	24%	27%			
Weiß nicht	5	8			
	0%	1%			
Frage 13.2:					
Und aus welchen Altersstufen setzt sich Ihr Wald flächenmäßig hauptsächlich zusammen?					
<i>INT: VORLESEN</i>					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
Junger Wald, also ca. 0 bis 40 Jahre	213	226			
	18%	19%			
Mittelalter Wald, also über 40 bis 100 Jahre	661	638			
	55%	53%			
Alter Wald, also ca. über 100 Jahre	88	116			
	7%	10%			
Alle Altersklassen sind gleichmäßig verteilt	210	175			
	17%	15%			
Weiß nicht	28	45			
	2%	4%			
k. A.	2	3			
	0%	0%			
Frage 13.3:					
Ist Ihr Wald Teil eines landwirtschaftlichen Betriebes?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
Ja	290	340			
	24%	28%			
Nein	909	861			
	76%	72%			
Weiß nicht	2	1			
	0%	0%			
k. A.	1	0			
	0%	0%			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 13.4:					
Gibt es in Ihrem Wald hinreichend Wege, welche die Holzernte und den Abtransport des Holzes ermöglichen?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ja	774	802			
	64 %	67 %			
Nein	413	390			
	34 %	32 %			
Weiß nicht	12	8			
	1 %	1 %			
k. A.	3	1			
	0 %	0 %			
Frage 13.5:					
Unterliegt Ihr Waldeigentum – oder Teile davon – besonderen Schutzgebietsauflagen, wie z. B. Natur- oder Trinkwasserschutz, welche die Waldnutzung einschränken?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ja	267	234			
	22 %	19 %			
Nein	900	904			
	75 %	75 %			
Weiß nicht	34	62			
	3 %	5 %			
k. A.	1	2			
	0 %	0 %			
Frage 13.6:					
Besitzen Sie EIGENE Geräte oder Maschinen, wie z. B. Traktor oder Schlepper, die Sie zur Waldarbeit verwenden können?					
<i>INT: ES GEHT UM EIGENE GERÄTE, KEINE LEIHGABEN</i>					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ja	550	608			
	46 %	51 %			
Nein	650	593			
	54 %	49 %			
k. A.	2	1			
	0 %	0 %			
Frage 13.7:					
Wenn Sie jetzt einmal an die Absatzmöglichkeiten von Holz denken, z. B. als Bau- oder Brennholz, wissen Sie da, an wen Sie sich wenden können?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ja	898	912			
	75 %	76 %			
Nein	282	280			
	23 %	23 %			
Weiß nicht	12	5			
	1 %	0 %			
k. A.	10	4			
	1 %	0 %			
Frage 13.8:					
Haben Sie in den letzten 10 Jahren die Möglichkeit der finanziellen Förderung genutzt, um Maßnahmen in Ihrem Wald, wie z. B. Wiederaufforstung, durchzuführen?					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ja	162	163			
	13 %	14 %			
Nein	1.020	1.008			
	85 %	84 %			
Weiß nicht	18	30			
	1 %	3 %			
k. A.	2	1			
	0 %	0 %			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 13.9:					
Aus welchen Gründen haben Sie in den letzten 10 Jahren keine finanzielle Förderung genutzt?					
<i>INT: OFFEN ANTWORTEN LASSEN, ZUORDNEN</i>					
<i>EDV: MEHRFACHNENNUNG</i>					
<i>Filter: WENN KEINE ÖFFENTLICHE FÖRDERUNG (FRAGE 13.8)</i>					
Basis (100%)	1.020	1.008			
Mein Waldeigentum ist zu klein	318	302			
	31 %	30 %			
Ich habe keine förderungswürdigen Maßnahmen durchgeführt	282	283			
	28 %	28 %			
Ich sehe darin keinen zusätzlichen Nutzen	177	198			
	17 %	20 %			
Mir ist/war die Möglichkeit nicht bekannt	200	191			
	20 %	19 %			
Mir ist/war der Aufwand zu hoch	116	100			
	11 %	10 %			
Ich habe keine Zeit dazu	56	53			
	5 %	5 %			
Sonstiges	168	154			
	16 %	15 %			
Weiß nicht	12	20			
	1 %	2 %			
k. A.	4	1			
	0 %	0 %			
Frage 13.10_1:					
Im Folgenden lese ich Ihnen vier Aussagen vor. Bitte geben Sie jeweils an, ob Sie voll und ganz zustimmen, eher zustimmen, weniger zustimmen oder überhaupt nicht zustimmen. Das Einkommen aus meinem Wald ist für meinen Haushalt relevant.					
<i>INT: ES GEHT UM EIGENE GERÄTE, KEINE LEIHGABEN</i>					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
Stimme voll und ganz zu	36	49			
	3 %	4 %			
Stimme eher zu	50	45			
	4 %	4 %			
Stimme weniger zu	208	231			
	17 %	19 %			
Stimme überhaupt nicht zu	897	859			
	75 %	71 %			
Weiß nicht	6	5			
	0 %	0 %			
k. A.	5	12			
	0 %	1 %			
Frage 13.10_2:					
Im Folgenden lese ich Ihnen vier Aussagen vor. Bitte geben Sie jeweils an, ob Sie voll und ganz zustimmen, eher zustimmen, weniger zustimmen oder überhaupt nicht zustimmen. Die Naturalerträge aus meinem Wald, wie z. B. Brennholz für den Eigenbedarf, sind für meinen Haushalt relevant.					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100%)	1.202	1.202			
Stimme voll und ganz zu	271	298			
	23 %	25 %			
Stimme eher zu	230	246			
	19 %	20 %			
Stimme weniger zu	219	215			
	18 %	18 %			
Stimme überhaupt nicht zu	472	429			
	39 %	36 %			
Weiß nicht	7	5			
	1 %	0 %			
k. A.	3	9			
	0 %	1 %			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 13.10_3:					
Im Folgenden lese ich Ihnen vier Aussagen vor. Bitte geben Sie jeweils an, ob Sie voll und ganz zustimmen, eher zustimmen, weniger zustimmen oder überhaupt nicht zustimmen. Mein Wald hat für mich und meinen Haushalt einen ideellen Wert.					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Stimme voll und ganz zu	759	777			
	63 %	65 %			
Stimme eher zu	325	301			
	27 %	25 %			
Stimme weniger zu	65	52			
	5 %	4 %			
Stimme überhaupt nicht zu	50	70			
	4 %	6 %			
Weiß nicht	2	1			
	0 %	0 %			
k. A.	1	1			
	0 %	0 %			
Frage 13.10_4:					
Im Folgenden lese ich Ihnen vier Aussagen vor. Bitte geben Sie jeweils an, ob Sie voll und ganz zustimmen, eher zustimmen, weniger zustimmen oder überhaupt nicht zustimmen. Mein Wald ist für meinen Haushalt als Vermögenswert relevant.					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Stimme voll und ganz zu	164	184			
	14 %	15 %			
Stimme eher zu	229	243			
	19 %	20 %			
Stimme weniger zu	374	349			
	31 %	29 %			
Stimme überhaupt nicht zu	428	413			
	36 %	34 %			
Weiß nicht	5	4			
	0 %	0 %			
k. A.	2	9			
	0 %	1 %			
Frage 14.1:					
Für unsere Auswertung sind auch regionale Analysen wichtig. Kennen Sie die genauen Grenzen Ihres Waldeigentums? Wenn Sie Eigentümer mehrerer Waldteile sind, denken Sie bitte an den größten Waldteil.					
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202			
Ja	1.007	984			
	84 %	82 %			
Nein	195	218			
	16 %	18 %			

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 14.2: Und in welchem Bundesland liegt Ihr Wald? Wenn Sie Eigentümer mehrerer Waldteile sind, denken Sie bitte an den größten Waldteil. <i>EDV: EINFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 7.2: Und in welchem Bundesland liegt der Wald, den Sie am häufigsten besuchen? <i>INT: Wenn nur selten: „Wo zuletzt?“</i> <i>EDV: EINFACHNENNUNG</i> <i>Filter: WENN MINDESTENS SELTEN WALD BESUCHT WIRD (FRAGE 7.1)</i>		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.059	1.059	Basis (100%)
Schleswig-Holstein	27 2%	27 2%	41 4%	43 4%	Schleswig-Holstein
Hamburg	- -	- -	11 1%	7 1%	Hamburg
Niedersachsen	135 11%	121 10%	109 10%	111 11%	Niedersachsen
Bremen	- -	- -	2 0%	1 0%	Bremen
Nordrhein-Westfalen	144 12%	174 14%	220 21%	194 18%	Nordrhein-Westfalen
Hessen	55 5%	71 6%	72 7%	82 8%	Hessen
Rheinland-Pfalz	125 10%	108 9%	48 4%	54 5%	Rheinland-Pfalz
Baden-Württemberg	167 14%	178 15%	138 13%	140 13%	Baden-Württemberg
Bayern	277 23%	276 23%	194 18%	175 17%	Bayern
Saarland	24 2%	22 2%	11 1%	15 1%	Saarland
Berlin	1 0%	2 0%	23 2%	29 3%	Berlin
Brandenburg	74 6%	78 6%	55 5%	53 5%	Brandenburg
Mecklenburg-Vorpommern	27 2%	21 2%	28 3%	23 2%	Mecklenburg-Vorpommern
Sachsen	43 4%	43 4%	51 5%	60 6%	Sachsen
Sachsen-Anhalt	25 2%	19 2%	32 3%	28 3%	Sachsen-Anhalt
Thüringen	76 6%	58 5%	31 3%	32 3%	Thüringen
k. A.	2 0%	5 0%	4 0%	10 1%	k. A.
Frage 14.4: Wie weit ist Ihr Waldeigentum von Ihrem Wohnort entfernt? Können Sie dies in etwa in Kilometern angeben? Wenn Sie Eigentümer mehrerer Waldteile sind, denken Sie bitte an den größten Waldteil. <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 7.3: Und wie weit ist dieser Wald in etwa in Kilometern von Ihrem Wohnort entfernt? <i>INT: Wenn nur selten: „Entfernung zu letztmalig besuchten Wald.“</i> <i>Filter: WENN MINDESTENS SELTEN WALD BESUCHT WIRD (FRAGE 7.1)</i>		
Basis (100%)	1.202	1.202	1.070	1.059	Basis (100%)
Mittelwert	54,70	53,93	34,07	32,38	Mittelwert
Standardabweichung	131,77	140,96	109,36	106,59	Standardabweichung
Quartil 1 (25%)	2	1	1	1	Quartil 1 (25%)
Median (50%)	4	3	2	3	Median (50%)
Quartil 3 (75%)	5	20	10	10	Quartil 3 (75%)
Weiß nicht	18 1%	28 2%	12 1%	21 2%	Weiß nicht
k. A.	23 2%	21 2%	1 0%	0 0%	k. A.

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 15:			Frage 15:		
Sinus-Milieus®			Sinus-Milieus®		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.202	Basis (100 %)
KET - Konservativ-Etabliert	320	296	183	149	KET - Konservativ-Etabliert
	27%	25%	15%	12%	
LIB - Liberal-Intellektuelle	162	118	140	127	LIB - Liberal-Intellektuelle
	13%	10%	12%	11%	
PER - Performer	165	151	149	114	PER - Performer
	14%	13%	12%	9%	
EPE - Expeditiv	50	57	90	89	EPE - Expeditiv
	4%	5%	7%	7%	
PRA - Adaptiv-Pragmatische	15	23	61	94	PRA - Adaptiv-Pragmatische
	1%	2%	5%	8%	
SÖK - Sozialökologische	95	85	136	135	SÖK - Sozialökologische
	8%	7%	11%	11%	
BÜM - Bürgerliche Mitte	188	255	171	159	BÜM - Bürgerliche Mitte
	16%	21%	14%	13%	
TRA - Traditionelle	108	105	110	144	TRA - Traditionelle
	9%	9%	9%	12%	
PRE - Prekäre	45	44	57	54	PRE - Prekäre
	4%	4%	5%	4%	
HED - Hedonisten	53	67	106	136	HED - Hedonisten
	4%	6%	9%	11%	
Frage 16.1:			Frage 16.1:		
Geschlecht			Geschlecht		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Männer	852	711	661	588	Männer
	71%	59%	55%	49%	
Frauen	350	491	542	615	Frauen
	29%	41%	45%	51%	
Frage 16.2:			Frage 16.2:		
Alter			Alter		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Mittelwert	56,10	52,25	50,21	50,53	Mittelwert
Standardabweichung	12,88	15,22	16,39	18,11	Standardabweichung
Quartil 1 (25%)	47	41	37	34	Quartil 1 (25%)
Median (50%)	57	54	51	52	Median (50%)
Quartil 3 (75%)	66	64	62	65	Quartil 3 (75%)
k. A.	19	19	-	-	k. A.
	2%	2%	-	-	
Frage 16.3:			Frage 16.3:		
Welchen höchsten Schul- bzw. Hochschulabschluss haben Sie?			Welchen höchsten Schul- bzw. Hochschulabschluss haben Sie?		
<i>INT: NUR BEI BEDARF VORLESEN</i>			<i>INT: NUR BEI BEDARF VORLESEN</i>		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Ohne Haupt-/Volksschulabschluss	7	27	5	16	Ohne Haupt-/Volksschulabschluss
	1%	2%	0%	1%	
Haupt-/Volksschulabschluss	137	472	157	452	Haupt-/Volksschulabschluss
	11%	39%	13%	38%	
Mittlere Reife, Realschulabschluss, Fachschulreife	302	303	328	327	Mittlere Reife, Realschulabschluss, Fachschulreife
	25%	25%	27%	27%	
Abschluss der Polytechnischen Oberschule (8./10. Klasse)	52	55	30	37	Abschluss der Polytechnischen Oberschule (8./10. Klasse)
	4%	5%	2%	3%	
Fachhochschulreife, Abschluss einer Fachoberschule	100	50	105	53	Fachhochschulreife, Abschluss einer Fachoberschule
	8%	4%	9%	4%	
Abitur, allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife	140	116	225	130	Abitur, allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife
	12%	10%	19%	11%	
Fach-/Hochschulstudium	458	174	345	185	Fach-/Hochschulstudium
	38%	14%	29%	15%	
Anderer Schulabschluss	-	-	6	2	Anderer Schulabschluss
	-	-	0%	0%	
k. A.	6	6	2	1	k. A.
	0%	0%	0%	0%	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 16.4: Sind Sie oder eine andere Person in Ihrem Haushalt erwerbstätig? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 16.4: Sind Sie oder eine andere Person in Ihrem Haushalt erwerbstätig? <i>INT: VORLESEN</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Ja	909	936	894	785	Ja
	76 %	78 %	74 %	65 %	
Nein	290	265	309	418	Nein
	24 %	22 %	26 %	35 %	
k. A.	3	1	-	-	k. A.
	0 %	0 %	-	-	
Frage 16.5: In welchem Wirtschaftssektor ist oder war der Hauptverdiener in Ihrem Haushalt tätig? <i>INT: VORLESEN</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 16.5: In welchem Wirtschaftssektor ist oder war der Hauptverdiener in Ihrem Haushalt tätig? <i>INT: VORLESEN</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (primärer Sektor)	110	132	40	41	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (primär Sektor)
	9 %	11 %	3 %	3 %	
Produzierendes Gewerbe (sekundärer Sektor)	253	305	223	217	Produzierendes Gewerbe (sekundär Sektor)
	21 %	25 %	19 %	18 %	
Übrige Wirtschaftsbereiche, Dienstleistungen (tertiärer Sektor)	808	733	929	905	Übrige Wirtschaftsbereiche, Dienstleistungen (tertiär Sektor)
	67 %	61 %	77 %	75 %	
k. A.	31	31	11	39	k. A.
	3 %	3 %	1 %	3 %	
Frage 16.6: Sind oder waren Sie oder eine andere Person in Ihrem Haushalt in der Land-, Forstwirtschaft oder Fischerei tätig? <i>Filter: WENN HAUPTVERDIENER NICHT IM PRIMÄR SEKTOR (LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, FISCHEREI) TÄTIG IST (FRAGE 16.5)</i>			Frage 16.6: Sind oder waren Sie oder eine andere Person in Ihrem Haushalt in der Land-, Forstwirtschaft oder Fischerei tätig? <i>Filter: WENN HAUPTVERDIENER NICHT IM PRIMÄR SEKTOR (LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, FISCHEREI) TÄTIG IST (FRAGE 16.5)</i>		
Basis (100 %)	1.092	1.070	1.163	1.162	Basis (100 %)
Ja	247	277	111	103	Ja
	23 %	26 %	10 %	9 %	
Nein	841	784	1.052	1.059	Nein
	77 %	73 %	90 %	91 %	
k. A.	4	9	-	-	k. A.
	0 %	1 %	-	-	
Frage 16.7: Welchen Familienstand haben Sie? <i>INT: NUR BEI BEDARF VORLESEN</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 16.7: Welchen Familienstand haben Sie? <i>INT: NUR BEI BEDARF VORLESEN</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Verheiratet	843	753	611	489	Verheiratet
	70 %	63 %	51 %	41 %	
Lebenspartnerschaft	52	43	25	18	Lebenspartnerschaft
	4 %	4 %	2 %	2 %	
Ledig	150	223	363	438	Ledig
	12 %	19 %	30 %	36 %	
Geschieden	73	79	100	107	Geschieden
	6 %	7 %	8 %	9 %	
Verwitwet	73	90	99	147	Verwitwet
	6 %	7 %	8 %	12 %	
k. A.	11	15	5	3	k. A.
	1 %	1 %	0 %	0 %	
Frage 16.8: Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst eingeschlossen? Denken Sie dabei bitte auch an alle im Haushalt lebenden Kinder. <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 16.8: Wie viele Personen leben ständig in Ihrem Haushalt, Sie selbst eingeschlossen? Denken Sie dabei bitte auch an alle im Haushalt lebenden Kinder.		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Mittelwert	2,65	2,68	2,39	2,14	Mittelwert
Standardabweichung	1,31	1,38	1,32	1,31	Standardabweichung
Quartil 1 (25 %)	2	2	1	1	Quartil 1 (25 %)
Median (50 %)	2	2	2	2	Median (50 %)
Quartil 3 (75 %)	3	4	3	3	Quartil 3 (75 %)
k. A.	21	20	4	2	k. A.
	2 %	2 %	0 %	0 %	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 16.9:			Frage 16.9:		
Und wie viele Kinder unter 18 leben in Ihrem Haushalt?			Und wie viele Kinder unter 18 leben in Ihrem Haushalt?		
<i>Filter: WENN MEHR ALS EINE PERSON IM HAUSHALT (FRAGE 16.8)</i>			<i>Filter: WENN MEHR ALS EINE PERSON IM HAUSHALT (FRAGE 16.8)</i>		
Basis (100 %)	1.010	986	852	719	Basis (100 %)
Mittelwert	0,55	0,60	0,65	0,60	Mittelwert
Standardabweichung	0,93	0,93	0,93	0,88	Standardabweichung
Quartil 1 (25 %)	0	0	0	0	Quartil 1 (25 %)
Median (50 %)	0	0	0	0	Median (50 %)
Quartil 3 (75 %)	1	1	1	1	Quartil 3 (75 %)
k. A.	16	10	-	-	k. A.
	2 %	1 %	-	-	
Frage 16.10:			Frage 16.10:		
Bundesland des Wohnortes			Bundesland des Wohnortes		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Schleswig-Holstein	31	30	44	42	Schleswig-Holstein
	3 %	3 %	4 %	3 %	
Hamburg	9	12	25	26	Hamburg
	1 %	1 %	2 %	2 %	
Niedersachsen	134	115	106	115	Niedersachsen
	11 %	10 %	9 %	10 %	
Bremen	3	6	14	10	Bremen
	0 %	1 %	1 %	1 %	
Nordrhein-Westfalen	157	197	261	260	Nordrhein-Westfalen
	13 %	16 %	22 %	22 %	
Hessen	68	94	83	90	Hessen
	6 %	8 %	7 %	7 %	
Rheinland-Pfalz	111	96	55	59	Rheinland-Pfalz
	9 %	8 %	5 %	5 %	
Baden-Württemberg	169	165	157	158	Baden-Württemberg
	14 %	14 %	13 %	13 %	
Bayern	288	281	207	187	Bayern
	24 %	23 %	17 %	16 %	
Saarland	18	18	10	15	Saarland
	1 %	2 %	1 %	1 %	
Berlin	17	25	48	52	Berlin
	1 %	2 %	4 %	4 %	
Brandenburg	54	48	37	37	Brandenburg
	4 %	4 %	3 %	3 %	
Mecklenburg-Vorpommern	19	14	26	24	Mecklenburg-Vorpommern
	2 %	1 %	2 %	2 %	
Sachsen	38	44	63	61	Sachsen
	3 %	4 %	5 %	5 %	
Sachsen-Anhalt	26	20	36	34	Sachsen-Anhalt
	2 %	2 %	3 %	3 %	
Thüringen	60	37	31	32	Thüringen
	5 %	3 %	3 %	3 %	

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 16.11: Wie hoch ist das monatliche Nettoeinkommen Ihres Haushaltes insgesamt? Ich meine damit die Summe, die sich ergibt aus Lohn, Gehalt, Einkommen aus selbständiger Tätigkeit (inkl. Land- und Forstwirtschaft), Rente oder Pension, jeweils nach Abzug der Steuern und Sozialversicherungsbeiträge. Rechnen Sie bitte auch die Einkünfte aus öffentlichen Beihilfen, Einkommen aus Vermietung, Verpachtung, Wohngeld, Kindergeld und sonstige Einkünfte hinzu. <i>INT.: KATEGORIEN NICHT VORLESEN</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 16.11: Wie hoch ist das monatliche Nettoeinkommen Ihres Haushaltes insgesamt? Ich meine damit die Summe, die sich ergibt aus Lohn, Gehalt, Einkommen aus selbständiger Tätigkeit (inkl. Land- und Forstwirtschaft), Rente oder Pension, jeweils nach Abzug der Steuern und Sozialversicherungsbeiträge. Rechnen Sie bitte auch die Einkünfte aus öffentlichen Beihilfen, Einkommen aus Vermietung, Verpachtung, Wohngeld, Kindergeld und sonstige Einkünfte hinzu. <i>INT.: KATEGORIEN NICHT VORLESEN</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Unter 500 Euro	1 0 %	3 0 %	13 1 %	37 3 %	Unter 500 Euro
500 Euro bis unter 1.000 Euro	14 1 %	26 2 %	53 4 %	110 9 %	500 Euro bis unter 1.000 Euro
1.000 Euro bis unter 1.500 Euro	36 3 %	66 5 %	90 7 %	127 11 %	1.000 Euro bis unter 1.500 Euro
1.500 Euro bis unter 2.000 Euro	65 5 %	82 7 %	100 8 %	137 11 %	1.500 Euro bis unter 2.000 Euro
2.000 Euro bis unter 2.500 Euro	130 11 %	187 16 %	116 10 %	121 10 %	2.000 Euro bis unter 2.500 Euro
2.500 Euro bis unter 3.000 Euro	128 11 %	139 12 %	127 11 %	156 13 %	2.500 Euro bis unter 3.000 Euro
3.000 Euro bis unter 3.500 Euro	106 9 %	123 10 %	113 9 %	94 8 %	3.000 Euro bis unter 3.500 Euro
3.500 Euro bis unter 4.000 Euro	137 11 %	137 11 %	87 7 %	63 5 %	3.500 Euro bis unter 4.000 Euro
4.000 Euro bis unter 4.500 Euro	102 8 %	76 6 %	81 7 %	53 4 %	4.000 Euro bis unter 4.500 Euro
4.500 Euro bis unter 5.000 Euro	88 7 %	51 4 %	62 5 %	37 3 %	4.500 Euro bis unter 5.000 Euro
5.000 Euro bis unter 5.500 Euro	50 4 %	35 3 %	46 4 %	31 3 %	5.000 Euro bis unter 5.500 Euro
5.500 Euro und mehr	164 14 %	102 9 %	102 8 %	44 4 %	5.500 Euro und mehr
Weiß nicht	9 1 %	16 1 %	17 1 %	19 2 %	Weiß nicht
k. A.	172 14 %	158 13 %	196 16 %	174 14 %	k. A.
Frage 17.1: Zum Abschluss haben wir noch vier technische Fragen, die wir für unsere Auswertung benötigen. Welche der folgenden Geräte nutzen Sie täglich oder fast täglich? <i>EDV: MEHRFACHNENNUNG</i> <i>INT.: VORLESEN</i> <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 17.1: Zum Abschluss haben wir noch vier technische Fragen, die wir für unsere Auswertung benötigen. Welche der folgenden Geräte nutzen Sie täglich oder fast täglich? <i>EDV: MEHRFACHNENNUNG</i> <i>INT.: VORLESEN</i>		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Laptop/Computer	896 75 %	847 70 %	894 74 %	699 58 %	Laptop/Computer
Tablet	406 34 %	387 32 %	435 36 %	341 28 %	Tablet
Smartphone	846 70 %	859 71 %	883 73 %	822 68 %	Smartphone
Keine davon	93 8 %	117 10 %	120 10 %	205 17 %	Keine davon
k. A.	8 1 %	9 1 %	5 0 %	7 1 %	k. A.
Frage 17.2: Unter wie vielen Festnetznummern ist Ihr Haushalt erreichbar? <i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>			Frage 17.2: Unter wie vielen Festnetznummern ist Ihr Haushalt erreichbar?		
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Mittelwert	1,94	1,78	1,45	0,95	Mittelwert
Standardabweichung	1,57	1,31	1,21	0,79	Standardabweichung
Quartil 1 (25 %)	1	1	1	1	Quartil 1 (25 %)
Median (50 %)	1	1	1	1	Median (50 %)
Quartil 3 (75 %)	3	2	2	1	Quartil 3 (75 %)

Fortsetzung Anhang 2

Privatwaldeigentümer	Ungewichtet	Gewichtet	Ungewichtet	Gewichtet	Gesellschaft
Frage 17.3:			Frage 17.3:		
Und unter wie vielen Mobilfunknummern sind Sie persönlich insgesamt erreichbar?			Und unter wie vielen Mobilfunknummern sind Sie persönlich insgesamt erreichbar?		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Mittelwert	1,31	1,26	1,22	1,10	Mittelwert
Standardabweichung	0,76	0,73	0,66	0,57	Standardabweichung
Quartil 1 (25 %)	1	1	1	1	Quartil 1 (25 %)
Median (50 %)	1	1	1	1	Median (50 %)
Quartil 3 (75 %)	2	1	1	1	Quartil 3 (75 %)
Frage 18.1:			Frage 17.2:		
Damit sind wir nun am Ende unseres Gespräches angekommen. Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme und Ihre Zeit.			Damit sind wir nun am Ende unseres Gespräches angekommen. Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme und Ihre Zeit.		
Wären Sie grundsätzlich bereit an einer vergleichbaren Befragung zum Thema Wald teilzunehmen?			Wären Sie grundsätzlich bereit an einer vergleichbaren Befragung zum Thema Wald teilzunehmen?		
<i>Filter: WENN WALDEIGENTÜMER</i>					
Basis (100 %)	1.202	1.202	1.203	1.203	Basis (100 %)
Ja	865	880	889	820	Ja
	72 %	73 %	74 %	68 %	
Nein	333	316	312	380	Nein
	28 %	26 %	26 %	32 %	
k. A.	4	6	2	3	k. A.
	0 %	0 %	0 %	0 %	

Danksagung an die Gutachter 2018

Manuskripte, die zur Veröffentlichung eingereicht werden, durchlaufen einen Begutachtungsprozess. Herausgeber und Schriftleitung danken den Gutachtern für diese wichtige Unterstützung.

Prof. Dr. Albrecht Bemann, Tharandt
Prof. Dr. Franz Conraths, Riems
Prof. Dr. Matthias Dieter, Hamburg
Prof. Dr. Ecevit Eydurán, Igdir
Steffen Fehrenz, Hann. Münden
Christina Fey, Hann. Münden
Dr. Matthias Fladung, Großhansdorf
Dr. Kristin Franz, Hamburg
Dr. Anika Gaggermeier, Freising
Dr. Helmut Grotehusmann, Hann. Münden
Dr. Thomas Guggenberger, Raumberg-Gumpenstein
Dr. Nora Hammer, Bonn
Christian Heimpold, Waldsiedersdorf
Dr. Martin Hofmann, Hann. Münden
Dr. Susanne Iost, Hamburg
Prof. Dr. Doris Krael, Tharandt
Dr. Heike Liesebach, Großhansdorf
Prof. Dr. Andreas Löffler, Berlin
Dr. Solveig March, Trenthorst
Dr. Ulrich Meyer, Braunschweig

Acknowledgements to the reviewers in 2018

Manuscripts submitted for publication undergo a peer review process. The publisher and editors would like express their gratitude to the colleagues listed below who acted as reviewers during 2018.

Dr. Matthias Meyer, Tharandt
Dr. Martina Mund, Göttingen
Dr. Joachim Rock, Eberswalde
Dr. Anke Römer, Dummerstorf
Prof. Dr. Heiko Scholz, Bernburg
Dr. Hilke Schröder, Großhansdorf
Prof. Dr. Karsten Schulz, Wien
Dr. Falk Staehr, Eberswalde
Dr. Wilfried Steiner, Hann. Münden
Christoph Stiehm, Hann. Münden
Prof. Dr. Jan Szolgay, Bratislava
Prof. Dr. Tomasz Szwaczkowski, Posen
Ute Tröber, Pirna
Dr. Kristina Ulrich, Waldsiedersdorf
Dr. Armin Vetter, Jena
Dr. Manfred Weber, Iden
Dr. Gerhard Weiß, Wien
Dr. Stephan Welp, Uelzen
Dr. Heino Wolf, Pirna
Prof. Dr. Martin Ziehe, Göttingen



Inhalt

Content

- Ulrich Dämmgen, Wilfried Brade, Heinrich Kleine Klausing, Claus Rösemann, Hans-Dieter Haenel und Andreas Berk
Hat die Nutzungsdauer von Zuchtsauen in der Ferkelerzeugung Einfluss auf die Ammoniak- und Treibhausgas-Emissionen?
- 1 Is the productive life of breeding sows relevant with respect to emissions in piglet production?
- Ulrich Dämmgen, Wilfried Brade, Hans-Dieter Haenel, Claus Rösemann, Heinrich Kleine Klausing, J. Webb, and Andreas Berk
Pork production in Thuringia – management effects on ammonia and greenhouse gas emissions.
1. Depiction of the state in 2015
- Schweinefleischproduktion in Thüringen – Auswirkungen von Managementmaßnahmen auf Ammoniak- und Treibhausgasemissionen. 1. Abbildung des Zustands im Jahr 2015
- 19
- Maximillian Schüler and Hans Marten Paulsen
Effect of choice of reference flow and energy correction formulas on results in life cycle assessment in dairy production
- Auswirkungen von Wahl des Referenzflusses und der Formel zur Energiekorrektur auf Ökobilanzergebnisse in der Milchproduktion
- 39
- Piotr Sablik, Małgorzata Szewczuk, Ewa Januś, and Anna Skrzypiec
Comparison of selected milk production traits of Simmental and Polish Black-and-White cows raised in the buffer zone of Ujście Warty National Park
- Vergleich ausgewählter Milchleistungsmerkmale von Fleckviehkühen und polnischen Schwarzbunten unter landwirtschaftlichen Bedingungen im Hinterland des Nationalparks „Ujście Warty“ (Warthe-Mündung)
- 45
- Nataly Jürges und Max Krott
Internationale Waldbauforschung für die Praxis – Professioneller Wissenstransfer durch das RIU-Modell
- International silvicultural research for forestry practice – Professional knowledge transfer based on the RIU-model
- 53
- Maike Schluhe, Hermann Englert, René Wördehoff, Christian Schulz, Matthias Dieter und Bernhard Möhring
Klimarechner zur Quantifizierung der Klimaschutzleistung von Forstbetrieben auf Grundlage von Forsteinrichtungsdaten
- Climate calculator for quantifying climate effects of forest enterprises based on data from forest management plans
- 67
- Philine Feil, Christoph Neitzel, Björn Seintsch und Matthias Dieter
Privatwaldeigentümer in Deutschland: Ergebnisse einer bundesweiten Telefonbefragung von Personen mit und ohne Waldeigentum
- Forest owners in Germany: Results of a nationwide survey of persons with and without forest property
- 87

Landbauforschung
*Applied Agricultural
and Forestry Research*

Herausgeber · Editor
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

Vol. 68
No. 3/4 · 01.2019

Preis · Price 8 €
ISSN 0458-6859