

Sonderheft 334
Special Issue

**Calculations of Emissions from
German Agriculture -
National Emission Inventory Report (NIR)
2010 for 2008**

**Berechnung der Emissionen aus
der deutschen Landwirtschaft -
Nationaler Emissionsbericht (NIR)
2010 für 2008**

Hans-Dieter Haenel (Hrsg.)



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

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

***Bibliografische Information
der Deutschen Bibliothek***

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



2010

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

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

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

Responsibility for the content rests
exclusively with the authors.

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

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

Preis / Price 12 €

ISSN 0376-0723

ISBN 978-3-86576-060-9

Landbauforschung
*vTI Agriculture and
Forestry Research*

Sonderheft 334
Special Issue

**Calculations of Emissions from
German Agriculture -
National Emission Inventory Report (NIR)
2010 for 2008**

**Berechnung der Emissionen aus
der deutschen Landwirtschaft -
Nationaler Emissionsbericht (NIR)
2010 für 2008**

Hans-Dieter Haenel (Hrsg.)

Johann Heinrich von Thunen-Institute, Federal Research Institute for Rural
Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Agricultural Climate Research,
Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany
Email: dieter.haenel@vti.bund.de

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

Michael Strogies

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

Deutschland ist auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene und aus verschiedenen Zielsetzungen heraus Verpflichtungen zur Emissionsminderung für Luftschadstoffe eingegangen. Hierzu gehören u.a. im Rahmen der Vereinten Nationen die Konventionen zur Vermeidung und Verminderung weitreichender grenzüberschreitender Luftverunreinigungen (UNECE CLRTAP¹ mit seinen acht Protokollen), die Klimarahmenkonvention (UNFCCC²) und das Kyoto-Protokoll sowie im europäischen Kontext die Richtlinien zur Einhaltung nationaler Emissionsobergrenzen (NEC³, befindet sich gegenwärtig in Überarbeitung) sowie der europäische Beobachtungsmechanismus für Treibhausgasemissionen und die Umsetzung des Kyoto-Protokolls⁴. Neben diesen Verpflichtungen, aus denen sich die Notwendigkeit zur Berechnung quellgruppenspezifischer nationaler Emissionen⁵ ableitet, bestehen weitere Verpflichtungen zur Berichterstattung von anlagenbezogenen Emissionsdaten, wie z. B. das europäische Schadstoffregister PRTR⁶ zu nennen. Die Zielstellungen bei der Verabschiedung der vorgenannten internationalen Regelungen sind:

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

Die Erfüllung der eingegangenen Verpflichtungen ist durch eine zeitnahe Erfassung, Bewertung, Berechnung, Dokumentation und Berichterstattung der jeweiligen Emissionsfrachten nachzuweisen. Hier besteht die Herausforderung, ein Jahr nach Ablauf eines Kalenderjahres detailliert über die Emissionsdaten und -inventare zu berichten.

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

- Dokumentation der Quellen aller verwendeten Daten, Modelle und Berechnungsverfahren,
- detaillierte Verfahrensbeschreibungen durch einen Nationalen Inventarbericht,
- Angabe der Fehlerbandbreiten für die verwendeten Daten und Parameter sowie für die berechneten Emissionsfrachten,

¹ UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP) aus dem Jahre 1979 – Siehe auch:

<http://www.unece.org/env/lrtap/>

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

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

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

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

⁶ PRTR: The European Pollutant Emission Register (EPER) and the European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR) – Siehe auch: <http://ec.europa.eu/environment/air/pollutants/stationary/eper/index.htm>

- Sicherstellung eines Qualitätsmanagements über den gesamten Prozess der Datenerhebung, Berechnung und Berichterstattung der Emissionsinventare
- jährliche Überprüfung der Emissionsinventare (Berechnungsgrundlagen, Datenflüsse, Methoden und Ergebnisse) durch internationale Experten und zentrale statistische Analysen
- Archivierung aller Informationen für die Berichterstattung zu sichern.

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

Hieraus ergaben sich direkt neue Anforderungen an die Zusammenarbeit zwischen dem Umweltressorts – hier werden die Arbeiten zur Emissionsberichterstattung federführend durch das Umweltbundesamt koordiniert – und den anderen für verschiedene Quellgruppen zuständigen Bundesministerien (Wirtschaft, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft...), die deren nachgeordnete Institutionen einschließt. Diese Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten wurden durch ein Grundsatzpapier⁷ zwischen den Staatssekretären der beteiligten Ressorts geregelt.

Die nationale Umsetzung der Anforderungen des Kyoto-Protokolls wurden im Juni 2007 im Rahmen einer detaillierten Überprüfung⁸ des Gesamtprozesses der Emissionsermittlung und Berichterstattung durch internationale Experten im Auftrag des internationalen Sekretariates der Klimarahmenkonvention überprüft. Nach dieser erfolgreichen Überprüfung erhielt Deutschland die Zulassung zur Anwendung der flexiblen Instrumente des Kyoto-Protokolls.

Für den Bereich der land- und forstwirtschaftlich verursachten Emissionen hatte sich über die letzten Jahren bereits im Vorgriff auf diese internationalen Anforderungen und dem gemeinsamen Verständnis

der Zuständigkeit für diese Aufgabe eine beispielgebende Zusammenarbeit entwickelt.

Auf der Basis einer Ressortvereinbarung zur Führung von Datenbanken und dem Austausch der jeweils benötigten Daten und Angaben werden Fragestellungen zur Ermittlung der relevanten Emissionen in enger Zusammenarbeit bearbeitet. So beinhaltet die hier vorliegende Zusammenstellung eine detaillierte Zusammenstellung der Basisinformationen und Methoden, mit denen gegenwärtig die Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen erfolgt.

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

Die Zusammenarbeit zwischen dem vTI und dem UBA erfolgt in nachfolgenden Arbeitsschritten:

- Im vTI werden dezentrale detaillierte Datenbanken und Berechnungsmodelle betrieben, die – neben eigenen Zielstellungen der jeweiligen Institute und Einrichtungen – eine Quantifizierung der relevanten Emissionen aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Einbindung von Treibhausgasen in Senken ermöglichen.
- Über definierte Schnittstellen werden jährlich daraus abgeleitete aggregierte Ergebnisse und Basisinformationen in die für die internationale Berichterstattung entwickelte zentrale Datenbank (ZSE = zentrales System Emissionen) im Umweltbundesamt übernommen.
- Parallel dazu werden die entsprechenden geforderten Dokumentationen zur Beschreibung der Emissionsermittlung erarbeitet und in den nationalen Inventarbericht (NIR) aufgenommen.
- Über das ZSE erfolgen die Datenzusammenstellungen in den jeweils geforderten Berichtsformaten (UNECE = NFR; UNFCCC = CRF).
- Nach abgeschlossener Ressortabstimmung erfolgt dann über das Bundesumweltministerium die Übermittlung der Daten und Informationen an die jeweiligen Adressaten der Berichtsverpflichtung in Genf (UNECE), Bonn (UNFCCC) und Brüssel (EU). Diese bestehen aus detaillierten umfangreichen tabellarischen Datenzusammenstellungen und einer ausführlichen textlichen Beschreibung⁹ der Ermittlung dieser Emissionen.

⁷ Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 05.06.2007, veröffentlicht im Nationalen Inventarbericht 2008; <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/fpdf-1/3475.pdf> Anhang 17

⁸ Report of the review of the initial report of Germany; UNFCCC Dokument Nr. FCCC/IRR/2007/DEU; siehe: <http://unfccc.int/resource/docs/2007/irr/deu.pdf>

⁹ Siehe hierzu auch: Nationaler Inventarbericht 2008; www.umweltbundesamt.de/emissionen/veroeffentlichungen.htm

- Die sich im Rahmen der beiden UN-Konventionen an die Berichterstattung anschließenden internationalen Überprüfungsprozesse der vorgelegten nationalen Emissionsinventare werden in enger Kooperation bearbeitet.

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

- die Erweiterung der Zuständigkeitsregelung im Rahmen des Nationalen Systems für den Bereich der nicht den Treibhausgasen zuzurechnenden Emissionen,
- die Ausweitung des Qualitätsmanagements auf den gesamten Prozess von der regelmäßigen Erhebung der notwendigen Basisdaten bis hin zur Berechnung und Berichterstattung der Emissionen aus der Land- und Forstwirtschaft,
- die direkte Anbindung der im Bereich des BMELV laufenden Datenarbeiten an die zentrale Datenhaltung, die durch die Weiterentwicklung des ZSE nunmehr über das Internet gegeben ist,
- die Vorbereitung der Einbeziehung land- und forstwirtschaftlich verursachter Emissionen in die Anwendung der flexiblen ökonomischen Instrumente des Kyoto-Protokolls,
- die Mitwirkung an der Weiterentwicklung internationaler Vereinbarungen zur weiteren Emissionsminderung insbesondere der NEC-Richtlinie sowie an Verhandlungen zur Harmonisierung verschiedener Berichtsformate.

Dieser Bericht dokumentiert die landwirtschaftlichen Inventare für das Jahr 2008. Mit diesem Berichtsjahr beginnt die erste Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls (2008 bis 2012). Damit sind erstmalig erweiterte Berichtsanforderungen zu erfüllen, die sich aus der im Dezember 2006 entschiedenen zusätzliche Anrechnungsmöglichkeit der Emissionsgutschriften aus dem Waldmanagement nach Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls ergeben. Hierfür sind spezielle und ressourcenintensive Anforderungen an das Kohlenstoff-Bodenmonitoring zu erfüllen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Dokumentation der Anwendung von neuen Methoden und Parametern (Insbesondere der IPCC-Guidelines 2006¹⁰), die Grundlage für die bevorstehenden internationalen Überprüfungsprozesse sein werden. Weitere substantielle Verbesserun-

gen wurden für die Bestimmung der Genauigkeit der Emissionsangaben erreicht.

¹⁰ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008

Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008

Structure of the report and improvements Berichtsaufbau und –verbesserungen

Hans-Dieter Haenel¹, Claus Rösemann¹, Ulrich Dämmgen²

1 Structure of the report

As in previous years, the report on the German agricultural emissions consists of two parts, one part describing the methods and the origin of data, and one part presenting the tables. Due to their proportions, the two parts have to be issued separately. For the first time, the volume containing the tables is delivered as CD only (as supplement to the text volume).

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

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

Chapters 2 and 3 provide information about the internal structures of the various chapters, the contents of the EXCEL emission calculation workbooks, the terminology used as well as the units and symbols. In addition, the fundamentals of the procedures used in emission modelling in animal husbandry are explained.

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

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

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

The assessment of the uncertainties of the emission inventory is dealt with in Chapter 15.

Chapter 16 gives an outlook on future improvements in inventory calculations.

The concordance relating the tables in the tables volume to the respective CRF tables used to be a special chapter at the end of the text volume. It is now integrated into the tables volume.

The **tables volume** comprise all relevant data sets for each German Federal State and the time from

1 Aufbau des Berichts

Wie in den vergangenen Jahren gliedert sich der Bericht über die deutschen landwirtschaftlichen Emissionen in einen Textteil und einen Tabellenteil, die wegen ihres Umfangs getrennt erscheinen müssen. Der Tabellenteil wird erstmalig nur als CD-Beilage des Textbandes ausgeliefert.

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

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

Kapitel 2 und 3 erläutern die Strukturen des Textes, die Inhalte der den Emissionsberechnungen dienenden EXCEL-Arbeitsmappen sowie die Terminologie einschließlich der Symbole und Einheiten. Darüber hinaus werden die grundlegenden Verfahren zur Emissionsberechnung in der Tierhaltung dargestellt.

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

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

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

Kapitel 15 geht auf die Bestimmung der Unsicherheiten des Emissionsinventars ein.

Kapitel 16 spricht künftige Verbesserungen in der Inventarberechnung an.

Die in früheren Jahrgängen am Ende des Inventarberichtes angefügte Übersicht zu den Bezügen zwischen Tabellenband und CRF-Tabellen (Konkordanz) wird ab dem vorliegenden Inventar in den Tabellenband integriert.

Im **Tabellenteil** finden sich alle relevanten Datensätze für die Zeit seit 1990 für jedes Bundesland. Se-

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

² University of Veterinary Medicine Hannover, Institute for Animal Breeding and Genetics, Buenteweg 17p, 30559 Hannover, Germany

1990 onwards. Individual sections deal with the emissions, the implied emission factors, the uncertainties, the activity data these emissions are based on as well as the additional emission explaining variables. Activities are again organized in a way concurrent with the structure of the EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. In addition, the many emission explaining variables are classified according to animal categories. Animal excreta are reported in a special section. A special section with sectoral emissions (sums) concludes the tables volume.

2 Changes in the structure of the explanatory text

In previous inventories (including the inventory 2008 for 2006) the structure of the documentation followed the SNAP classification of sources. Now, the documentation is structured according to IPCC recommendations according to its reporting categories, such as dairy cattle or geese. These are then described comprehensively. For each animal source category we chose the following structure:

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

Whenever subcategories are formed, e.g. for “other cattle”, a collective description is given at the end of the description of the category providing the mean properties of the respective category.

3 Changes with respect to the previous year

3.1 Preface

For the assessment of the German agricultural emission inventory methodological changes were made. In some cases, in particular in connection with nitrous oxide emissions from soils, the revision of the German reporting for 2009 did not accept the use of the IPCC 2006 Guidelines. Hence, the report at hand comes back to the methodologies applied for the 2008 reporting procedures.

The increase of calculated agricultural greenhouse gas emissions as compared to those reported previ-

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

2 Veränderungen der Struktur des erläuternden Texts

Bis zum Inventar 2008 für 2006 folgte die Anlage des Textteils den emittierten Spezies (geordnet nach SNAP). Der vorliegende Text folgt in seinem Aufbau dagegen den Empfehlungen von IPCC und beschreibt umfassend die einzelnen Quellen, z.B. Milchkühe oder Gänse. Dabei wurde für jede tierische Quellkategorie der folgende Aufbau gewählt:

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

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

3 Änderungen gegenüber dem Vorjahr

3.1 Allgemeines

Zur Erstellung des deutschen landwirtschaftlichen Emissionsinventars wurden methodische Veränderungen vorgenommen. In einigen Fällen, wie insbesondere bei den Lachgasemissionen aus Böden, ist dies darauf zurückzuführen, dass im Rahmen der internationalen Überprüfung der Berichterstattung 2009 die Anwendung der neuen IPCC Guidelines 2006 nicht akzeptiert wurde, so dass mit dieser Berichterstattung wieder zu den bis zum Jahr 2008 angewendeten Methoden zurückgekehrt wird.

ously (see Haenel et al., 2009), is to a large extent caused by the change of methodologies.

3.2 Specific changes

Chapter 2 structure of the text volume

The overall structure of chapters was modified. Model aspects previously reported in Chapter 2 are now to be found in Chapter 3.

Chapter 3 Modelling basics

For all animal categories, transcription errors were corrected for the treatment of manure management (transformation of N_{org}/TAN in slurry). For slurry based systems this resulted in lower TAN contents in storage and hence reduced emissions of nitrogen species from manure management.

At present, calculations of methane emissions from straw during storage were not performed. As a consequence methane emissions are slightly lower than in the previous report.

All straw based systems were checked and the straw inputs updated where necessary. For periods of all-day grazing, straw inputs were set to zero.

Straw properties are now collated in a special paragraph in Chapter 3.

Chapter 4 Cattle

From 2008 onwards, animal numbers for cattle are taken from a special data base that deals with any single animal in Germany (HIT data base). As the German census does not count all animals due to the cutting off of small farms, animal numbers exceed those of previous years. However, a side effect of this step is that individual milk yields decrease (reported amounts of milk divided by dairy cow numbers).

In addition, changes in animal numbers result in increased mean live weights for other cattle.

Chapter 4.2 Data used for all cattle subcategories

For the NH_3 emission factor for storage under neath slatted floors a transcription error was corrected. This results in almost doubling of the emission rate.

Chapter 4.3 Dairy cows

The module applied to the assessment of the emissions from enteric fermentation was replaced by a novel approach that considers feed composition.

Die sich im Vergleich zu den Vorjahresangaben (siehe Haenel et al., 2009) ergebenden Erhöhungen der landwirtschaftlichen Treibhausgas-Emissionen sind für alle berichteten Jahre im Wesentlichen auf diese methodischen Veränderungen zurückzuführen.

3.2 Spezielle Änderungen

Kapitel 2 Struktur des Textbandes

Die Kapitel-Struktur wurde modifiziert. Bisher in Kapitel 2 behandelte Modellaspekte finden sich nun in Kapitel 3.

Kapitel 3 Modellgrundlagen

Bei allen Tieren wurde ein Transkriptionsfehler im Modul für Wirtschaftsdüngerbehandlung beseitigt (Transformation TAN/N_{org} bei Gülle). Folge: bei Tieren mit Gülleanfall i. d. R. etwas niedrigere TAN-Gehalte im Lager und damit auch verringerte Stickstoffemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement.

Die bisherige gesonderte Berechnung von Methanemissionen aus Stroh (Lager) wurde aufgegeben. Folge im Vergleich zum Vorjahresinventar: etwas verringerte Methanemissionen.

Bei allen strohbasierten Haltungssystemen wurden die Strohmenge auf Aktualität geprüft und nötigenfalls angepasst. Für Zeiten ganztägiger Weideaufenthalte entfällt die Berücksichtigung von Einstreugaben.

Die Stroheigenschaften wurden in einem speziellen Unterkapitel von Kapitel 3 zusammengefasst.

Kapitel 4 Rinder

Die Rinderzahlen stammen ab Inventar-Jahrgang 2008 aus einer speziellen Datenbank (HIT), die jedes Tier beinhaltet. Folge: höhere Tierzahlen als in den Jahren davor, in denen die Offizialstatistik wegen Abschneidegrenzen nicht alle Tiere erfasste. Nebeneffekt: wegen gleichzeitig unveränderter Milchstatistik-Erstellung ergeben sich systematisch niedrigere Pro-Kuh-Milchleistungen als in den Vorjahren.

Überdies führen veränderte Tierzahlen zu einer Erhöhung des mittleren Tiergewichtes in der Kategorie „Übrige Rinder“.

Kapitel 4.2 Daten für alle Rinderkategorien

Ein Transkriptionsfehler bei NH_3 -Emissionsfaktor für Lager-Variante „underneath slatted floor“ wurde korrigiert. Folge: in etwa verdoppelte Emissionsrate.

Kapitel 4.3 Milchkühe

Das bisher angewendete Teilmodell zur Berechnung der Emissionen aus der Verdauung wurde durch einen Ansatz ersetzt, der die Futterzusammensetzung berücksichtigt.

For each German district feeding types (differentiation between grass/maize/concentrates based versus grass/concentrates based feeds) were taken into account with respect to both composition and feed properties. Emissions from enteric fermentation increased in comparison to the model hitherto used. However, the implied emission factor is now at the level reported by other European parties.

The derivation of live weights from slaughter weights was changed. As a consequence, higher weights resulted which also resulted in higher energy requirements. As energy requirements for maintenance increased, higher emissions from enteric fermentation were calculated.

The module “excretions” was updated. It now reflects feed intake and feed properties. As a consequence, the amounts of VS excreted increase, and therefore methane emissions from manure management. As N intake is proportional to the feed intake, emissions of nitrogen species also increase.

TAN related emission factors were deduced for NH₃ emissions from animal houses and from storage.

Chapter 4.4 Calves

Changes in the calculation procedure for the animal numbers used in the inventory resulted in reduced numbers of calves.

Chapter 4.5 Heifers

Changes in the calculation procedure for the animal numbers used in the inventory resulted in increased numbers of heifers.

The live weights of heifers were calculated using a new methodology. Higher weights resulted. As a consequence, higher energy requirements led to increased CH₄ emissions from both enteric fermentation and from manure management.

Transcription errors occurring in the ME contents of feed as well as in the N intake with feed were corrected. Despite increased animal weights, a reduced N excretion rates were obtained, resulting in reduced emission rates for N species. As NMVOC emission rates are related to NH₃ emissions, these are reduced also.

Chapter 4.6 Bulls (beef)

Changes in the calculation procedure the animal numbers used in the inventory also resulted in increased numbers of bulls.

An improved data base was established to derive the daily weight gains of bulls. The resulting weight gain data slightly exceed the old data. This results in reduced durations of the fattening periods, hence in reduced cumulative energy intakes. As a consequence, N excretion rates are lower than before, also the emission rates of N species.

Es wurden für jeden Landkreis Fütterungstypen (gemischte Gras/Mais/Kraftfutter- und Gras/Kraftfutter) zugeordnet sowie typische Futterzusammensetzungen und –eigenschaften festgelegt. Folge: Gegenüber dem alten Milchkuhmodell ist ein Anstieg festzustellen, womit nun hinsichtlich des tierplatzbezogenen Emissionsfaktors (IEF) das europäische Niveau erreicht wird.

Die Ableitung von Lebendgewichten aus Schlachtgewichten wurde geändert. Folge: höhere Gewichte und höherer Energiebedarf. Der Erhaltungsenergiebedarf wurde nach neueren Literaturangaben nach oben angepasst. Daraus resultiert eine Erhöhung der Methanemissionen aus der Verdauung.

Das Teilmodell „Ausscheidungen“ wurde unter Einbeziehung von Futtereigenschaften und Futtermengen überarbeitet. Erhöhte VS-Ausscheidungen resultieren in erhöhten Methanemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement. Infolge des energiebedingten Anstiegs der N-Ausscheidungen steigen auch die Emissionen von Stickstoffspezies.

Es wurden TAN-bezogene NH₃-Emissionsfaktoren für Stall und Lager abgeleitet.

Kapitel 4.4 Kälber

Die Änderung der Berechnung der im Inventar verwendeten Tierzahlen für Kälber führt zu niedrigeren Kälberzahlen.

Kapitel 4.5 Färsen

Die Neuberechnung der Anzahl der Färsen für das Inventar führt zu höheren Färsen-Zahlen.

Desweiteren wurden die Lebendgewichte der Färsen neu berechnet, wodurch sich höhere Endgewichte ergeben. Daraus resultiert eine Erhöhung der CH₄-Emissionen aus Verdauung und (infolge höherer VS-Ausscheidungen) aus dem Wirtschaftsdüngermanagement.

Übertragungsfehler bei den ME-Gehalten des Futters sowie Umrechnungsfehler bei der Berechnung des mit dem Futter aufgenommen N wurden korrigiert. Trotz gestiegener Tiergewichte wird damit eine geringere N-Ausscheidung berechnet, mit der Folge verringerter N-Emissionen. Damit verbunden ist eine Abnahme der an die NH₃-Emission gekoppelten NMVOC-Emission.

Kapitel 4.6 Mastbullen

Die Neuberechnung der Anzahl der Kälber für das Inventar führt zu höheren Bullen-Zahlen.

Die Berechnung der täglichen Gewichtszunahmen beruht auf einer verbesserten Datenbasis. Die neuen Gewichtszunahme-Werte sind etwas höher als die früheren Werte. Bei gleichem Endgewicht folgt daraus eine kürzere Mastdauer, so dass auch der kumulierte Energiebedarf geringer ausfällt. Dies wiederum führt zu geringeren N-Ausscheidungen und damit auch zu geringeren Emissionen von N-Spezies.

As NMVOC emission rates are coupled to NH₃ emission rates, these are also reduced.

As the N₂O emission factors used in this inventory are increased as compared to the previous inventory, less N is available for subsequent NH₃ emissions.

Chapter 5 Pigs

The methodology to derive the numbers of piglets, weaners and fattening pigs from the official census data was improved. This resulted in overall shifts between the various subcategories. The share of suckling piglets in the official number of piglets has increased. The number of weaners has increased on the expense of the number of fattening pigs. This overall shift of animal numbers also resulted in a slightly reduced mean pig weight. In all, the implied NH₃ emission factor for the category „pigs“ is reduced considerably.

TAN related emission factors were recalculated for animal houses and manure storage. However, changes resulting from this improvement are of minor importance (for details see subsequent comments to Chapters 5.3 to 5.6).

Chapter 5.3 Sows

The mean live weight of sows was updated. As a result, the ME requirements increased. As a consequence VS excretion rates and CH₄ emission rates increased.

Up to now, the parameterisation of N excretion rates was comparatively straight forward. The new method incorporates a complete N balance as related to the energy requirements. TAN is now calculated in any case. However, N excretion rates remain almost unchanged. Minor changes occur in their distribution between house, storage and application.

Chapter 5.4 Weaners

The assessment of mean weight gains was updated as was the data on feed properties. The calculation of ME requirements is now based on recent literature. This results in slightly increased individual emission rates.

Chapter 5.5 Fattening pigs

The calculation of energy requirements made use of the most recent literature available. This results in reduced energy requirements and hence reduced emissions per animal. Further emission reductions are related to the reduced animal numbers (see general notes above on Chapter 5).

Chapter 5.6 Boars

Animal weight, energy requirements and feed properties were updated. TAN contents of excreta are

Damit verbunden ist eine leichte Abnahme der an die NH₃-Emission gekoppelten NMVOC-Emission.

In die gleiche Richtung wirken neue, gegenüber früher erhöhte N₂O-Emissionsfaktoren, in deren Folge weniger N für NH₃-Emissionen zur Verfügung steht.

Kapitel 5 Schweine

Die Berechnung der im Inventar verwendeten Anzahlen von Saugferkeln, Aufzuchtferkeln und Mastschweinen aus den offiziellen Statistikdaten wurde verbessert. Daraus ergibt sich eine Verschiebung des Kategorien-Spektrums: Der Anteil der Saugferkel an der offiziellen Ferkelzahl ist größer, und die Tierzahl der Inventarkategorie „Aufzuchtferkel“ steigt auf Kosten der Tierzahl der Kategorie „Mastschweine“. Dadurch sinkt auch etwas das mittlere Tiergewicht in der Kategorie „Schweine“. Diese Verschiebung führt zu einer merklichen Verminderung der NH₃-Emissionen der Sammelkategorie „Schweine“.

Es erfolgte eine Neu-Ableitung von TAN-bezogenen NH₃-Emissionsfaktoren für Stall und Lager. Die Auswirkung auf die Emissionen ist im Vergleich zu den Auswirkungen der übrigen Änderungen (siehe nachfolgende Abschnitte zu den Kapiteln 5.3 bis 5.6) von untergeordneter Bedeutung.

Kapitel 5.3 Sauen

Das Sauengewicht wurde an heutzutage höheren Mittelwert angepasst. Der Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) wurde aktualisiert (erhöht). Folge: höhere VS-Ausscheidungen und CH₄-Emissionen.

Die bisherige einfache Parameterisierung der N-Ausscheidung wurde durch vollständige N-Bilanz unter Berücksichtigung des Energiebedarfs ersetzt. Folge: Der TAN-Gehalt wird jetzt berechnet, die N-Ausscheidungen bleiben i. W. unverändert, aber es ergaben sich leichte Verschiebungen der Emissionen zwischen Stall, Lager und Ausbringung.

Kapitel 5.4 Aufzuchtferkel

Die Bestimmung der mittleren Gewichtszunahme sowie der Futterkennwerte wurden aktualisiert. Die Berechnung der kumulativen metabolisierbaren Energie erfolgt nun nach neuerer Literatur. Folge insgesamt: etwas erhöhte Emissionen pro Tier.

Kapitel 5.5 Mastschweine

Die Berechnung des Energiebedarfs wurde nach neuerer Literatur aktualisiert. Folge: verringerter Energiebedarf und damit auch reduzierte Emissionen pro Tier. Weitere Emissionsreduzierungen ergeben sich aus einer niedrigeren Tierzahl, s. entsprechende Änderungsanmerkung zu Kapitel 5.

Kapitel 5.6 Eber

Tiergewicht, Energiebedarf und Futterkennwerte wurden aktualisiert. Der TAN-Gehalt wird nicht mehr

no longer constant but calculated. Emission factors for animal houses were related to those used for fattening pigs. An overall increase in emissions per head were observed.

Chapter 8.2 Buffalo

The description of emissions from buffalo is related to that of dairy cows. Hence, the TAN content of excreta was modified accordingly ($0.6 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ rather than $0.5 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$). Partial emission factors for housing were also adapted to those for dairy cows. This resulted in an overall increase of emissions per head.

Chapter 9.4 Broiler

For broilers, higher N excretion rates than previously were calculated. The reason was the correction of a transcription error in the broiler module (start weight 0 g instead of 42 g).

Chapter 11.2 Application of animal manures

The previous inventory calculated N_2O emissions from activity data that were based on N pools after NH_3 emissions had occurred. The procedure was modified to relate these emissions to N pools before NH_3 emissions. As a consequence, N inputs to soil from manure management increased.

Chapter 11.3 Application of sewage sludge

Emissions from the application of sewage sludge are now reported from 1990 onwards for single Federal States. The hitherto extrapolated data were updated. As a result the inputs of N with sewage sludge differ slightly from those reported previously.

Chapter 11.4 Histosols (managed organic soils)

The areas of managed histosols used in the inventory at hand differ to some extent from those used in the latest inventory. Up to now, constant areas were used due to the lack of data. From now on, updated data sets will be used.

Chapter 11.5 Methane deposition

Previous emission inventories included the calculation of CH_4 consumption by agricultural soils and crops. The resulting depositions were not entered into the CRF tables. Instead, NE was used as notation key, because this deposition is not really an anthropogenic sink. In addition, the sink strength of soils for CH_4 is a function of N fertilizing and is reduced by N addition.

Within the establishment of the IPCC Good Practice Guidance, no agreement could be found with respect to the treatment of CH_4 depositions, as communicated by Annette Freibauer (convening lead au-

vorgegeben, sondern berechnet. Die Emissionsfaktoren für NH_3 aus dem Stall wurden an die Emissionsfaktoren der Mastschweinehaltung angepasst. Insgesamt ergibt sich eine höhere Emission pro Tier.

Kapitel 8.2 Büffel

Da Büffel angenommenerweise wie Milchkühe gehalten werden, wurde der TAN-Gehalt der Büffel-N-Ausscheidung von bisher $0,5 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ auf $0,6 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angehoben. Die partiellen Emissionsfaktoren für NH_3 aus dem Stall wurden ebenfalls an die der Milchkühe angepasst. Insgesamt ergeben sich höhere Emissionen pro Tier.

Kapitel 9.4 Masthähnchen und -hühnchen

Bei Masthähnchen und -hühnchen ergaben sich geringfügig höhere N-Ausscheidungen. Die Ursache liegt im Wesentlichen in der Beseitigung eines Übertragungsfehlers im Masthähnchen-Modell (falsches Startgewicht: 0 g statt 42 g).

Kapitel 11.2 Ausbringung von Wirtschaftsdünger

Im letztjährigen Inventar wurden der N_2O -Emissionsberechnung als Aktivitätsdaten fälschlich die N-Beträge zugrunde gelegt, die sich bei der Wirtschaftsdünger-Ausbringung *nach Abzug* der NH_3 -Emissionen ergeben. Dies wurde auf *vor Abzug* umgestellt. Folge: erhöhte N-Einträge in den Boden aus dem Wirtschaftsdüngermanagement.

Kapitel 11.3 Ausbringung von Klärschlämmen

Die Emissionen aus ausgebrachten Klärschlämmen werden jetzt auch länderweise ab 1990 berichtet. Bislang fortgeschriebene Daten wurden aktualisiert. Es ergeben sich dadurch Veränderungen in der Menge der durch Klärschlämme in den Boden eingebrachten N-Mengen.

Kapitel 11.4 Organische Böden

Die Flächen der bewirtschafteten organischen Böden weichen leicht von den im letztjährigen Inventar verwendeten ab. Der Grund liegt darin, dass bisher mangels Daten von einer konstanten Fläche ausgegangen wurde. Ab dem diesjährigen Inventar werden aktualisierte Daten verwendet.

Kapitel 11.5 Methan-Deposition

In früheren Jahrgängen des Inventarberichtes wurde die CH_4 -Konsumption durch landwirtschaftliche Böden und Pflanzenbestände beschrieben. Diese Ergebnisse wurden nicht in die CRF-Tabellen eingetragen (NE), weil es sich nicht um eine anthropogene Senke handelt. Die Senkenstärke der natürlichen CH_4 -Konsumption wird durch N-Düngung sogar noch reduziert.

Zur Behandlung der CH_4 -Deposition konnte im Rahmen der Erstellung von IPCC Good Practice Guidance kein Konsens gefunden werden (Mitteilung von

thor of the respective chapter in the IPCC Good Practice Guidance). For this reason, the calculation of the CH₄ consumption is no longer reported in this inventory.

Chapter 11.6 NMVOC emissions

An error in units was corrected. Subsequently, emissions increased considerably.

Chapter 12.3.2 Emission of N species from crop residues

A calculation error for N₂O and NO from crop residues was corrected (N contents had been related to fresh matter rather than to dry matter). As a consequence, higher emission rates were obtained.

Chapter 13.2 Limestone

The share of CaCO₃ in calcium ammonium nitrate was determined to be 22.9 % (see Chapter 13.2). This results in a decrease to the respective CO₂ emissions.

Chapter 14.1.7 *Frac*_{NCR0}

A calculation error was corrected. See notes on Chapter 12.3.2.

Chapter 14.1.7 *Frac*_{NCRBF}

A calculation error was corrected. See notes on Chapter 12.3.2.

Chapter 15 Uncertainties

For the first time, uncertainties were dealt with. A new chapter was added to the inventory

Annette Freibauer, koordinierende Erstautorin des entsprechenden Abschnittes in der IPCC Good Practice Guidance). Aus diesem Grund wird die CH₄-Konsumption ab dem vorliegenden Inventar nicht mehr beschrieben.

Kapitel 11.6 NMVOC-Emissionen

Ein Fehler bei der Umrechnung von Einheiten wurde beseitigt. Dadurch erhöhen sich die Emissionen erheblich.

Kapitel 12.3.2 Emissionen von N-Spezies aus Ernterückständen

Ein Fehler in der Berechnung der Emissionen von N₂O und NO aus Ernterückständen bei Ackerfrüchten wurde korrigiert (Anwendung auf die Frischmasse bezogener N-Gehalte in Ernterückständen auf die Trockenmasse). Folge: erhöhte Emissionen.

Kapitel 13.2 Düngekalk

Der Gewichtsanteil von CaCO₃ an Kalkammonsalpeter wurde mit 22,9 % neu festgelegt (Begründung s. Kapitel 13.2). Daraus resultieren geringere CO₂-Emissionen.

Kapitel 14.1.7 *Frac*_{NCR0}

Ein Berechnungsfehler wurde korrigiert, s. dazu Anmerkung zu Kapitel 12.3.2.

Kapitel 14.1.7 *Frac*_{NCRBF}

Ein Berechnungsfehler wurde korrigiert, s. dazu Anmerkung zu Kapitel 12.3.2.

Kapitel 15 Unsicherheiten

In diesem neu eingefügten Kapitel werden die Unsicherheiten des Emissionsinventars behandelt.

Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008

Methods and Data (GAS-EM)

Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008

Methoden und Daten (GAS-EM)

Hans-Dieter Haenel¹, Claus Rösemann¹, Ulrich Dämmgen², Helmut Döhler³, Brigitte Eurich-Menden³, Petra Laubach³, Maria Müller-Lindenlauf⁴, Bernhard Osterburg⁵

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

² University of Veterinary Medicine Hannover, Institute for Animal Breeding and Genetics, Buenteweg 17p, 30559 Hannover, Germany

³ Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, Germany

⁴ Statistisches Bundesamt (DESTATIS), Graurheindorfer Str. 198, 53117 Bonn, Germany

⁵ Johann Heinrich von Thunen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries (vTI), Institute of Rural Studies, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

Table of Contents / Inhaltsübersicht

1	Introduction / Einführung.....	39
2	Scope and structure of the inventory and basic definitions/ Gegenstand und Struktur des Inventars und wichtige Definitionen	41
2.1	Scope and structure of the inventory / Gegenstand und Struktur des Inventars.....	41
2.2	Terminology / Begriffe.....	42
2.2.1	Translation of technical terms / Die Übersetzung von Fachbegriffen.....	42
2.2.2	The terms “animal number“ and “animal place“ / Die Begriffe „Tierzahlen“ und „Tierplätze“ ..	42
2.2.3	Periods of time: the term “animal round“ and related entities / Zeiten: Der Begriff „Durchgang“ und damit zusammenhängende Größen	42
2.2.4	Animal weight definitions / Tiergewicht-Definitionen.....	43
2.2.4.1	Initial weight, final weight and slaughter weight / Anfangs-, End- und Mastgewicht.....	43
2.2.4.2	Weight gain and weight gain rate / Zuwachs und Zuwachsrate.....	43
2.2.4.3	Mean weights / Mittlere Gewichte.....	44
2.2.4.4	Metabolic weight and cumulative metabolic weight / Metabolisches und kumuliertes metabolisches Gewicht	44
2.2.4.5	Carcass weight / Gewicht nach Schlachtung	44
2.2.5	The terms “emissions“ and “emission factors“ / Die Begriffe „Emissionen“ und „Emissionsfaktoren“	45
2.3	Units and Symbols / Einheiten und Symbole.....	46
2.3.1	Units / Einheiten	46
2.3.2	Symbols / Symbole	47
2.4	Referencing formats / Zitierweise.....	48
2.4.1	UN ECE Guidebook and IPCC Guidelines / UN ECE Guidebook und IPCC Guidelines.....	48
2.4.2	German Statistics Documents / Deutsche Statistiken	49
3	Modelling basics and data availability / Modellgrundlagen und Datenverfügbarkeit	51
3.1	Structure and Terminology of the model GAS-EM / Das Modell GAS-EM, Aufbau und Begriffe	51
3.1.1	Relevant guidance documents / Die relevanten Handbücher.....	51
3.1.2	Choice of methodologies / Zur Methodenwahl.....	51
3.1.3	The model GAS-EM / Das Modell GAS-EM.....	52
3.1.4	Structure of the EXCEL® calculation workbooks / Aufbau der EXCEL®-Rechenmappen	54
3.2	Energy in animal metabolism / Energien im tierischen Stoffwechsel.....	56
3.2.1	Definitions / Definitionen	56
3.2.2	Energy requirements / Energiebedarf	56
3.2.2.1	Gross energy / Gesamtenergie	56
3.2.2.2	Net energy required for maintenance / Erhaltungsenergie.....	57
3.2.2.3	Net energy needed to obtain food / Energie für die Nahrungsaufnahme	58
3.2.2.4	Net energy for lactation / Laktationsenergie.....	58
3.2.2.5	Net energy required for draft power / Leistung für Zugarbeiten.....	58
3.2.2.6	Net energy required for pregnancy / Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit.....	58
3.2.2.7	Net energy required for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum	58
3.2.2.8	Relations of net energy to digestible energy / Verhältnisse von Netto-Energie zu umsetzbarer Energie.....	59
3.3	Methane emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung ..	60
3.3.1	General Procedure / Allgemeine Vorgehensweise.....	60
3.3.2	Assessment of methane emissions from enteric fermentation / Bestimmung der Methan-Emissionen aus der Verdauung.....	60
3.3.2.1	Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren.....	60
3.3.2.2	Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren.....	60
3.3.2.3	Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren.....	61
3.4	Carbon in manure management / Kohlenstoff im Wirtschaftsdünger-Management	61
3.4.1	Carbon excretions / Kohlenstoff-Ausscheidungen.....	61
3.4.2	Carbon flows in manure management / Kohlenstoff-Fluss im Wirtschaftsdünger-Management ..	61

3.4.3	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management	62
3.4.3.1	General Procedure / Allgemeine Vorgehensweise	62
3.4.3.2	Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren	63
3.4.3.3	Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren	63
3.4.3.4	Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren	63
3.4.4	NM VOC emissions from manure management / NM VOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management	64
3.4.5	Carbon dioxide emissions from manure management / Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management	65
3.5	Nitrogen in manure management / Stickstoff im Wirtschaftsdünger-Management	65
3.5.1	N excretions / N-Ausscheidungen	65
3.5.2	N mass flow and emission assessment for mammals / N-Massenfluss und Emissionsbestimmung bei Säugetieren	66
3.5.2.1	N mass flow model for mammals / N-Massenfluss-Modell bei Säugetieren.....	66
3.5.2.2	Assessment of the emissions of nitrogen species from manure management / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies aus Wirtschaftsdünger-Management	67
3.5.2.2.1	Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren	67
3.5.2.2.2	Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren	67
3.5.2.2.3	Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren	68
3.5.2.2.4	TAN and N _{org} : Data used in the inventory / TAN und N _{org} : Im Inventar verwendete Daten.....	74
3.5.3	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh.....	74
3.5.4	N mass flow model for birds / N-Massenfluss-Modell für Vögel	74
3.6	Bedded systems: straw properties / Eingestreute Systeme: Eigenschaften von Stroh.....	75
3.7	Emissions of particulate matter from animal husbandry / Partikel-Emissionen aus der Tierhaltung	76
3.8	Data availability / Datenverfügbarkeit	77
3.8.1	Data gaps / Datenlücken	77
3.8.2	Uncertainties / Unsicherheiten	77
3.8.3	Projections / Projektionen.....	78
4	Cattle / Rinder	79
4.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien.....	79
4.2	Data used for all cattle subcategories / Für alle Rinder-Unterkategorien gültige Daten	80
4.2.1	Bedded systems: straw properties / Eingestreute Systeme: Eigenschaften von Stroh	80
4.2.2	Emissions factors for storage / Emissionsfaktoren für die Lagerung	80
4.2.3	Emissions factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung	83
4.2.4	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	85
4.2.5	NM VOC emissions / NM VOC-Emissionen.....	85
4.3	Dairy cows / Milchkühe.....	86
4.3.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	86
4.3.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	86
4.3.1.2	Milk yield and composition / Milchleistung und Milchinhaltsstoffe.....	86
4.3.1.3	Animal weights / Tiergewichte	88
4.3.1.4	Animal weight gains / Tiergewichtszunahmen.....	89
4.3.1.5	Pregnancy rates / Trächtigkeitsraten.....	90
4.3.1.6	Duration of lactation period / Dauer der Laktationsperiode	90
4.3.2	Energy requirements / Energiebedarf.....	90
4.3.2.1	The NEL system / Das NEL System	90
4.3.2.2	Overall NEL requirements /Gesamt- NEL-Bedarf	91
4.3.2.3	NEL requirement for maintenance / NEL-Bedarf für Unterhaltung	91
4.3.2.4	NEL requirement to obtain feed / NEL-Bedarf für die Nahrungsaufnahme.....	91
4.3.2.5	NEL requirements for lactation / NEL-Bedarf für Laktation	92
4.3.2.6	NEL requirements for draft power / NEL-Bedarf für Zugleistungent	93
4.3.2.7	NEL requirements for pregnancy / NEL-Bedarf für die Trächtigkeit	93
4.3.2.8	NEL requirements for growth / NEL-Bedarf für Wachstum	94

4.3.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	94
4.3.3.1	Linking feed intake with energy requirements / Die Kombination von Futter-Aufnahme und Energie-Bedarf.....	94
4.3.3.2	Dry matter intake / Trockenmasse-Aufnahme	94
4.3.3.3	DM intake during lactation / Trockenmasse-Aufnahme während der Laktation	95
4.3.3.4	Energy intake and net energy requirements during lactation / Energie-Aufnahme und Energie-Bedarf während der Laktation	96
4.3.3.5	Combining DM intake and energy requirements during lactation / Die Kombination von Trockenmasse-Aufnahme und Energie-Bedarf während der Laktation	96
4.3.3.6	Assessment of the NEL requirements during the dry period / Die Bestimmung des NEL-Bedarfs während der Trockenstehzeit.....	97
4.3.3.7	DM intake during the dry period / Trockenmasse-Aufnahme während der Trockenstehzeit	98
4.3.3.8	Feed intake during grazing / Futteraufnahme auf der Weide.....	99
4.3.3.9	Assessment of gross energy intake / Bestimmung der Gesamtenergie-Aufnahme	99
4.3.4	Feed composition / Futterzusammensetzung	100
4.3.4.1	Mass fractions of feed constituents in mixed diets / Mengenanteile der Futterbestandteile in gemischten Rationen.....	100
4.3.4.2	Mass fractions of feed constituents in grass based diets / Mengenanteile der Futterbestandteile in Rationen auf Grassilage-Basis	101
4.3.4.3	Mean digestibility / Mittlere Verdaulichkeiten	102
4.3.5	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	102
4.3.6	Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management.....	103
4.3.6.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	103
4.3.6.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh	104
4.3.6.3	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren	105
4.3.6.4	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	105
4.3.7	NM VOC emissions / NM VOC-Emissionen	106
4.3.8	N intake with feed and N excretion / N-Aufnahme mit dem Futter und N-Ausscheidung	106
4.3.8.1	N intake / N-Aufnahme.....	106
4.3.8.2	Overall nitrogen excretion / Gesamtausscheidung von Stickstoff	107
4.3.8.3	Renal and faecal nitrogen excretion and TAN content of excreta / Stickstoff-Ausscheidung mit Harn und Kot und TAN-Gehalte der Ausscheidungen	107
4.3.8.4	N entering pasture and the manure management system / N-Einträge in die Weide und in das Wirtschaftsdünger-Management.....	109
4.3.8.5	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	109
4.3.8.6	Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide	109
4.3.8.6.1	N excreted in the house, the dairy parlour and during grazing / N-Ausscheidungen im Stall, im Melkstall und auf der Weide.....	109
4.3.8.6.2	Frequency distribution of housing types / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen	110
4.3.8.6.3	Duration of grazing / Dauer des Weidegangs	110
4.3.8.6.4	Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“.....	110
4.3.8.7	Emissions during storage / Emissionen aus dem Lager	111
4.3.8.7.1	Frequency distribution of storage types / Häufigkeitsverteilung der Lagertypen	111
4.3.8.7.2	Partial emission factors “storage” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	111
4.3.8.8	Emissions during spreading / Emissionen bei der Ausbringung.....	112
4.3.8.9	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	112
4.3.9	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	112
4.3.9.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen	112
4.3.9.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	113
4.3.10	Intercomparison of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich resultierender Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärender Variablen mit denen benachbarter Staaten.....	113
4.3.10.1	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	113
4.3.10.2	Methane from manure management /Methan aus Wirtschaftsdünger-Management.....	114
4.3.10.3	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	114
4.3.10.4	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	115

4.3.11	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	116
4.4	Calves / Kälber.....	117
4.4.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	117
4.4.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	117
4.4.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	118
4.4.2	Energy requirements / Energiebedarf	118
4.4.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	118
4.4.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	119
4.4.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement.....	120
4.4.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen.....	120
4.4.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	120
4.4.5.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	120
4.4.5.4	Maximum methane producing capacities and methane conversion factors / Methan-Freisetzungskapazitäten und Methan-Umwandlungsfaktoren	120
4.4.5.5	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	121
4.4.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen.....	121
4.4.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	122
4.4.7.1	N excretion / N-Ausscheidung	122
4.4.7.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh.....	122
4.4.7.3	Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide.....	122
4.4.7.4	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung	122
4.4.7.5	Partial emission factors “storage” and spreading / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“.....	122
4.4.7.6	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	123
4.4.8	Emission of particulate matter / Emissionen von Staub	123
4.4.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen.....	123
4.4.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	123
4.4.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	123
4.5	Heifers / Färsen.....	124
4.5.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	124
4.5.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	124
4.5.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	125
4.5.1.2.1	Animal weights / Tiergewichte	125
4.5.1.2.2	Life span and mean weight gain / Dauer des Lebensabschnitts und mittlere Gewichtszunahme	125
4.5.2	Energy requirements / Energiebedarf	126
4.5.2.1	Parametrisation of daily energy requirements / Parametrisierung des täglichen Energiebedarfs	126
4.5.2.2	Cumulative energy requirements for growth and maintenance / Kumulativer Energiebedarf für Wachstum und Erhaltung	127
4.5.2.3	Energy requirements for pregnancy / Energiebedarf für Trächtigkeit.....	129
4.5.2.4	Mean daily energy requirements / Mittlerer täglicher Energiebedarf.....	129
4.5.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	130
4.5.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	132
4.5.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement.....	133
4.5.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen.....	133
4.5.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	133
4.5.5.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	133
4.5.5.4	Duration of grazing / Dauer des Weidegangs.....	134
4.5.5.5	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren.....	134
4.5.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen.....	135
4.5.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	135
4.5.7.1	N excretion / N-Ausscheidung	135
4.5.7.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh.....	135
4.5.7.3	Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“	136
4.5.7.4	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung	136

4.5.7.5	Partial emission factors “storage” and spreading / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“	136
4.5.7.6	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	136
4.5.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	136
4.5.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen	136
4.5.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	136
4.5.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	137
4.6	Bulls (male beef cattle) / Mastbullen	138
4.6.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	138
4.6.1.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	138
4.6.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen.....	139
4.6.2	Energy requirements / Energiebedarf	142
4.6.2.1	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie.....	142
4.6.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	144
4.6.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	145
4.6.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement	146
4.6.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	146
4.6.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	147
4.6.5.3	Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang	147
4.6.5.4	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren	148
4.6.6	NM VOC emissions / NM VOC-Emissionen	148
4.6.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	148
4.6.7.1	N excretion / N-Ausscheidung.....	148
4.6.7.2	Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren “Stall und Weide”.....	148
4.6.7.3	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	149
4.6.7.4	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung.....	149
4.6.7.5	Partial emission factors “storage” and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“	149
4.6.7.6	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	149
4.6.7.7	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	149
4.6.7.8	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen	149
4.6.7.9	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	150
4.6.8	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	150
4.7	Suckler cows / Mutterkühe	151
4.7.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten.....	151
4.7.1.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	151
4.7.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen.....	152
4.7.1.3	Calves / Kälber	152
4.7.1.4	Energy requirements / Energiebedarf	152
4.7.1.5	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	152
4.7.1.6	Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung	152
4.7.2	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement	153
4.7.2.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	153
4.7.2.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	153
4.7.2.3	Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang	153
4.7.2.4	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren	154
4.7.3	NM VOC emissions / NM VOC-Emissionen	155
4.7.4	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	155
4.7.4.1	N excretion / N-Ausscheidung.....	155
4.7.4.2	N input with straw / N-Einträge mit Stroh.....	155
4.7.4.3	Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“.....	155
4.7.4.4	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung.....	156
4.7.4.5	Partial emission factors “storage” and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“und „Ausbringung“	156

4.7.4.6	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	156
4.7.5	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	156
4.7.5.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	156
4.7.5.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	156
4.7.6	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	157
4.8	Bulls (mature males) / Zuchtbulln.....	158
4.8.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	158
4.8.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	158
4.8.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	159
4.8.2	Energy requirements / Energiebedarf	159
4.8.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	159
4.8.4	Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung.....	159
4.8.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement.....	160
4.8.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen.....	160
4.8.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	160
4.8.5.3	Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang	160
4.8.5.4	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan- Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren.....	160
4.8.6	NM VOC Emissions / NM VOC-Emissionen.....	161
4.8.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	161
4.8.7.1	N excretion and N input with straw / N-Ausscheidung und –Eintrag mit Stroh.....	162
4.8.7.2	Partial emission factors “housing and storage” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Lager“.....	162
4.8.7.3	Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung	162
4.8.7.4	Partial emission factors for “storage” and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren für „Lager“ und „Ausbringung“.....	162
4.8.7.5	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	162
4.8.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub.....	163
4.8.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	163
4.8.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	163
4.8.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	163
4.9	Aggregated data for cattle except dairy cows (other cattle) / Zusammenfassung: Rinder ohne Milchkühe (übrige Rinder).....	164
4.9.1	Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten	164
4.9.1.1	Cumulative animal numbers / Tierzahl-Summen	164
4.9.1.2	Calculation of mean animal weights / Berechnung mittlerer Tiergewichte.....	165
4.9.1.3	Calculation of mean pregnancy rates / Berechnung mittlerer Trächtigkeitsraten.....	165
4.9.1.4	Calculation of mean digestibilities / Berechnung mittlerer Verdaulichkeiten.....	166
4.9.2	Methan emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung	166
4.9.3	Methane emissions from manure management systems / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management	166
4.9.3.1	Mean implied emission factors for methane from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Methan aus Wirtschaftsdünger-Management.....	166
4.9.3.2	Mean VS excretion rates / Mittlere VS-Ausscheidungen	166
4.9.3.3	Mean VS inputs with straw / Mittlere VS-Einträge durch Stroh.....	166
4.9.3.4	Mean methane conversion factors / Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren	167
4.9.3.5	Mean implied emission factors for NM VOC from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für NM VOC aus Wirtschaftsdünger-Management	167
4.9.3.6	Mean N excretion rates / Mittlere N-Ausscheidungen	167
4.9.3.7	Calculation of mean TAN contents / Berechnung mittlerer TAN-Gehalte.....	167
4.9.3.8	Mean implied emission factors for ammonia from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Ammoniak aus Wirtschaftsdünger-Management	168
4.9.3.9	Mean implied emission factors for particulate matter from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Stäube aus Wirtschaftsdünger-Management.....	168
4.9.4	Intercomparison of implied emission factors and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten.....	168

4.9.4.1	Mean implied emission factors for methane from enteric fermentation and mean performance data / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan aus der Verdauung und mittlere Leistungsdaten	168
4.9.4.2	Mean implied emission factors for methane and NMVOC from manure management and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan und NMVOC aus dem Wirtschaftsdünger-Management und emissionserklärende Variablen	169
4.9.4.3	Mean implied emission factors for ammonia and emission explaining variables / Mittlere effektive Emissionsfaktoren für Ammoniak und emissionserklärende Variablen	169
4.9.4.4	Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere effektive Emissionsfaktoren für Staub	170
4.9.5	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	171
5	Pigs / Schweine	173
5.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien	173
5.2	Emission factors used for all pig subcategories / Für alle Schweine-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren	173
5.2.1	Bedded systems: straw properties / Eingestreute Systeme: Eigenschaften von Stroh	173
5.2.2	Emission factors for storage / Emissionsfaktoren für die Lagerung	173
5.2.3	Emission factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung	176
5.2.4	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	177
5.2.5	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	177
5.3	Sows / Sauen	179
5.3.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	179
5.3.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	179
5.3.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	180
5.3.2	Energy requirements / Energiebedarf	180
5.3.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	185
5.3.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	186
5.3.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement	187
5.3.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	187
5.3.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh	187
5.3.5.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	187
5.3.5.4	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren	187
5.3.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	188
5.3.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	188
5.3.7.1	N excretion / N-Ausscheidung	188
5.3.7.2	Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh	189
5.3.7.3	Partial emission factors "housing" and "grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“	189
5.3.7.4	Partial emission factors "storage" for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ and "spreading" / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ und „Ausbringung“	189
5.3.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	190
5.3.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	190
5.3.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	190
5.3.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	190
5.4	Weaners / Aufzuchtferkel	191
5.4.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	191
5.4.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	191
5.4.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	193
5.4.2	Energy requirements / Energiebedarf	195
5.4.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	197
5.4.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	198
5.4.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement	199
5.4.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	199
5.4.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh	199

5.4.5.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	199
5.4.5.4	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren.....	199
5.4.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen.....	200
5.4.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	200
5.4.7.1	N excretion / N-Ausscheidung	200
5.4.7.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh.....	200
5.4.7.3	Frequency distribution of housing systems / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen	201
5.4.7.4	Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“	201
5.4.7.5	Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“.....	201
5.4.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub.....	201
5.4.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	202
5.4.8.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	202
5.4.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	202
5.5	Fattening pigs / Mastschweine.....	203
5.5.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	203
5.5.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	203
5.5.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	204
5.5.2	Energy requirements / Energiebedarf	206
5.5.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	209
5.5.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	210
5.5.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement.....	211
5.5.5.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen.....	211
5.5.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	211
5.5.5.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	211
5.5.5.4	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren.....	211
5.5.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen.....	212
5.5.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	212
5.5.7.1	N excretion / N-Ausscheidung	212
5.5.7.2	Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh	213
5.5.7.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	213
5.5.7.4	Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“	213
5.5.7.5	Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“.....	213
5.5.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub.....	214
5.5.8.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	214
5.5.8.2	Emissionfactors / Emissionsfaktoren.....	214
5.5.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	214
5.6	Boars (mature males) / Eber.....	215
5.6.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	215
5.6.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	215
5.6.1.2	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	215
5.6.2	Energy requirements / Energiebedarf	216
5.6.3	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	216
5.6.4	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	216
5.6.5	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement.....	217
5.6.5.1	VS excretions / VS-Ausscheidungen.....	217
5.6.5.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	217
5.6.5.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	218
5.6.5.4	Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren.....	218
5.6.6	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen.....	218
5.6.7	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	218
5.6.7.1	N excretion / N-Ausscheidung	219

5.6.7.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	219
5.6.7.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen	219
5.6.7.4	Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“	219
5.6.7.5	Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“	219
5.6.8	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	220
5.6.8.1	Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen	220
5.6.8.2	Emissionfactors / Emissionsfaktoren	220
5.6.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	220
5.7	Pigs – collective description / Schweine – zusammenfassende Daten	221
5.7.1	Activity numbers and animal weights / Tierzahlen und Tiergewichte	221
5.7.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	221
5.7.1.2	Animal weights / Tiergewichte	221
5.7.2	Aggregated data for all pigs / Zusammenfassende Daten für alle Schweine	222
5.7.2.1	Mean weights / Mittlere Tiergewichte	222
5.7.2.2	Mean pregnancy rates of sows / Mittlere Trächtigkeiten der Sauen	222
5.7.2.3	Mean digestibilities / Mittlere Verdaulichkeiten	222
5.7.2.4	Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen	222
5.7.2.5	Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren	223
5.7.2.6	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich effektiver Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten	223
5.7.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	224
6	Small ruminants / Kleine Wiederkäuer	225
6.1	Small ruminants, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei kleinen Wiederkäuern	225
6.2	Sheep – all subcategories / Schafe insgesamt	225
6.2.1	Animal numbers / Tierzahlen	225
6.2.1.1	Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen	225
6.2.1.2	Animal numbers used to derive methane emissions / Für die Ableitung der Methan-Emissionen benötigte Tierzahlen	226
6.2.1.3	Animal performance / Leistungsdaten	227
6.2.2	Methane emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung	227
6.2.3	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management	228
6.2.3.1	VS excretions / VS-Ausscheidungen	228
6.2.3.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh	229
6.2.4	NM VOC emissions / NM VOC-Emissionen	229
6.2.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	230
6.2.5.1	Calculation concept / Berechnungskonzept	230
6.2.5.2	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	230
6.2.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	230
6.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	230
6.3	Lambs / Lämmer	231
6.3.1	Animal numbers / Tierzahlen	231
6.3.1.1	Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen	231
6.3.1.2	Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten	231
6.3.2	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	231
6.3.2.1	N excretion / N-Ausscheidung	231
6.3.2.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	231
6.3.2.3	Emission factors / Emissionsfaktoren	232

6.3.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	232
6.4	Ewes and other adult sheep / Mutterschafe und übrige erwachsene Schafe	233
6.4.1	Animal numbers / Tierzahlen	233
6.4.1.1	Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen	233
6.4.1.2	Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten	233
6.4.2	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	233
6.4.2.1	N excretion / N-Ausscheidung	233
6.4.2.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	233
6.4.2.3	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	234
6.4.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	234
6.5	Sheep – collective description / Schafe - zusammenfassende Daten.....	235
6.5.1	Mean N excretion rate / Mittlere N-Ausscheidungen	235
6.5.2	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten.....	235
6.5.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	236
6.6	Goats / Ziegen	237
6.6.1	Animal number and animal performances / Tierzahlen und Leistungsdaten.....	237
6.6.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	237
6.6.1.2	Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten	237
6.6.2	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	237
6.6.3	Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdünger-Management	238
6.6.3.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	238
6.6.3.2	VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh.....	239
6.6.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management	239
6.6.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	239
6.6.5.1	N excretion / N-Ausscheidung	239
6.6.5.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	239
6.6.5.3	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	239
6.6.5.4	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	240
6.6.6	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	240
6.6.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	241
7	Horses, mules and asses / Pferde, Maultiere und Esel.....	243
7.1	Horses, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei Pferden	243
7.1.1	Activity data and animal behaviour / Aktivitätsdaten und Tierverhalten	243
7.1.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	243
7.1.1.2	Animal behaviour and grazing data / Tierverhalten und Weidehaltungsdaten	244
7.1.2	Methane from manure management – characteristic values / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management - charakteristische Größen	244
7.1.3	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	245
7.2	Heavy horses / Großpferde	246
7.2.1	Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf	246
7.2.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	246
7.2.1.2	Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf	246
7.2.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	246

7.2.3	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	247
7.2.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	247
7.2.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	247
7.2.5.1	N excretion / N-Ausscheidung	247
7.2.5.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	248
7.2.5.3	Emissions factors / Emissionsfaktoren	248
7.2.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	248
7.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	249
7.3	Light horses and ponies / Kleinpferde und Ponys.....	250
7.3.1	Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf.....	250
7.3.1.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	250
7.3.1.2	Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf	250
7.3.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	250
7.3.3	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	251
7.3.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	251
7.3.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	252
7.3.5.1	N excretion / N-Ausscheidung	252
7.3.5.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	252
7.3.5.3	Emissions factors / Emissionsfaktoren	252
7.3.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	253
7.3.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	253
7.4	Horses – collective description / Pferde - zusammenfassende Daten.....	254
7.4.1.1	Animal weight / Tiergewicht	254
7.4.1.2	Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen.....	254
7.4.1.3	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	254
7.4.2	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	255
7.5	Mules and asses / Maultiere und Esel.....	256
7.5.1	Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf.....	256
7.5.1.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	256
7.5.1.2	Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf	257
7.5.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	257
7.5.3	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	257
7.5.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	258
7.5.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	258
7.5.5.1	N excretion / N-Ausscheidung	258
7.5.5.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	258
7.5.5.3	Emissions factors / Emissionsfaktoren	259
7.5.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	259
7.5.7	Compilation of emission results, activity data, and implied emission factors / Zusammenstellung von Emissionsergebnissen, Aktivität und effektiven Emissionsfaktoren, ...	259
7.5.8	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	260
8	Other mammals / Andere Säugetiere.....	261
8.1	Fur animals / Pelztiere.....	261

8.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	261
8.1.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	262
8.1.3	CH ₄ emissions from manure management / CH ₄ -Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	262
8.1.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	262
8.1.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	262
8.1.5.1	N excretion / N-Ausscheidung	262
8.1.5.2	Emissions factors / Emissionsfaktoren	263
8.1.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	263
8.1.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	263
8.2	Buffalo / Büffel.....	264
8.2.1	Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten	264
8.2.1.1	Animal numbers / Tierzahlen	264
8.2.1.2	Animal performance / Leistungsdaten.....	264
8.2.1.3	Management details / Haltungsdaten.....	265
8.2.2	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	265
8.2.3	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	265
8.2.4	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	266
8.2.5	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	266
8.2.5.1	Calculation procedure / Berechnungsmethode	266
8.2.5.2	Emissions factors / Emissionsfaktoren	267
8.2.5.3	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	268
8.2.6	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	268
8.2.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	268
9	Chickens / Hühner	269
9.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien.....	269
9.2	Emission factors used for all chickens subcategories / Für alle Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren.....	269
9.2.1	NMVOC emissions / NMVOC-Emission	269
9.2.2	Partial emission factors “storage” and “spreading” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und “Ausbringung” für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	270
9.2.3	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	271
9.3	Laying hens / Legehennen.....	272
9.3.1	Animal numbers / Tierzahlen	272
9.3.2	Animal performance / Tierische Leistung	273
9.3.2.1	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen	273
9.3.2.2	Egg production / Legeleistung.....	273
9.3.3	Energy requirements / Energiebedarf	274
9.3.3.1	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie	274
9.3.3.2	Metabolisable energy required for maintenance / Erhaltungsenergie.....	274
9.3.3.3	Metabolisable energy needed to obtain food / Energiebedarf für Nahrungsaufnahme.....	276
9.3.3.4	Metabolisable energy needed to obtain food / Energiebedarf für Nahrungsaufnahme.....	276
9.3.3.5	Metabolisable energy for growth / Energiebedarf für Wachstum	276
9.3.4	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	277
9.3.5	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	277
9.3.6	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	277
9.3.6.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen.....	278

9.3.6.2	VS input with straw / VS-Einträge mit Stroh	278
9.3.6.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	278
9.3.7	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	279
9.3.8	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	279
9.3.8.1	N excretion / N-Ausscheidung.....	279
9.3.8.1.1	N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter	280
9.3.8.1.2	N excretion with eggs / N-Ausscheidung mit Eiern.....	281
9.3.8.1.3	N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper.....	281
9.3.8.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	282
9.3.8.3	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren.....	282
9.3.8.4	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	283
9.3.9	Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen	283
9.3.9.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	284
9.3.9.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	284
9.3.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	284
9.4	Broilers / Masthähnchen und –hühnchen.....	285
9.4.1	Animal numbers and meat production data / Tierzahlen und Hähnchenfleischproduktion	285
9.4.1.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	285
9.4.1.2	Data on Broiler meat production / Daten zur Hähnchenfleisch-Produktion	285
9.4.2	Animal production and animal performance / Haltungsverfahren und tierische Leistung.....	286
9.4.3	Energy requirements / Energiebedarf	290
9.4.3.1	Metabolisable energy / Umsetzbare Energie.....	290
9.4.3.2	Metabolisable energy required for maintenance / Erhaltungsenergie	290
9.4.3.3	Metabolisable energy required for growth / Energiebedarf für Wachstum.....	291
9.4.4	Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung	292
9.4.5	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	293
9.4.6	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	293
9.4.6.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	293
9.4.6.2	VS inputs with bedding material / VS-Einträge mit Einstreu	294
9.4.6.3	Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen.....	295
9.4.7	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	295
9.4.8	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	295
9.4.8.1	N excretion / N-Ausscheidung.....	295
9.4.8.1.1	N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter.....	295
9.4.8.1.2	N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper.....	296
9.4.8.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	298
9.4.8.3	Partial emission factors for NH ₃ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	298
9.4.8.4	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	298
9.4.9	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	298
9.4.9.1.1	Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen	299
9.4.9.1.2	Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen	299
9.4.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	299
9.5	Pullets / Junghennen.....	300
9.5.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	300
9.5.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung.....	301
9.5.2.1	Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen.....	301
9.5.3	Energy requirements /Energiebedarf	301
9.5.4	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	302
9.5.5	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	303
9.5.6	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	303
9.5.6.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidungen	303
9.5.6.2	VS inputs with bedding material / VS-Einträge mit Einstreu	304

9.5.7	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	304
9.5.8	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	305
9.5.8.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen	305
9.5.8.1.1	N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter	305
9.5.8.1.2	N retention / N-Retention	305
9.5.8.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	306
9.5.8.3	Partial emission factors for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	306
9.5.8.4	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	307
9.5.8.5	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	307
9.5.9	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	307
9.5.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	307
10	Other poultry / Übriges Geflügel	309
10.1	Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien	309
10.2	Emission factors used for all poultry subcategories except chickens / Für alles Geflügel außer Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren	309
10.2.1	NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen	309
10.2.2	Emissions of NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Emissionen von NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	309
10.2.2.1	Partial emission factors “storage” and “spreading” for NH ₃ , N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“ für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂	309
10.2.2.2	Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH ₃ , N ₂ O, NO, and N ₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH ₃ , N ₂ O, NO und N ₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management	309
10.3	Geese / Gänse	310
10.3.1	Animal numbers / Tierzahlen	310
10.3.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung	310
10.3.2.1	Animal weights / Tiergewichte	310
10.3.3	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	310
10.3.4	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	310
10.3.5	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	311
10.3.6	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	311
10.3.6.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen	311
10.3.6.2	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren	311
10.3.6.3	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	312
10.3.6.4	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	312
10.3.7	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	312
10.3.8	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	312
10.4	Ducks / Enten	313
10.4.1	Animal numbers / Tierzahlen	313
10.4.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung	313
10.4.2.1	Animal weights / Tiergewichte	313
10.4.3	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung	313
10.4.4	Energy requirements /Energiebedarf	314
10.4.5	Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme	314
10.4.6	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	314
10.4.6.1	VS excretions / VS-Ausscheidungen	314
10.4.6.2	VS inputs with bedding material / VS-Einträge mit Einstreu	316
10.4.7	NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	316
10.4.8	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	316

10.4.8.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen.....	316
10.4.8.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	316
10.4.8.3	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren.....	317
10.4.8.4	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	317
10.4.8.5	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	317
10.4.9	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	317
10.4.10	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	318
10.5	Turkeys / Puten	319
10.5.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	319
10.5.2	Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung.....	320
10.5.2.1	Animal weights / Tiergewichte.....	320
10.5.2.2	Feed intake / Futteraufnahme.....	321
10.5.3	Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung.....	322
10.5.4	Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	322
10.5.4.1	VS excretion rates / VS-Ausscheidung	323
10.5.4.2	VS inputs by bedding /VS-Einträge durch Einstreu	324
10.5.4.3	Partial emission factors "storage" / Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“	325
10.5.5	NM VOC emissions from manure management / NM VOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger- Management	325
10.5.6	Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies	325
10.5.6.1	N excretion rates / N-Ausscheidungen.....	325
10.5.6.2	N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh	326
10.5.6.3	Partial NH ₃ emission factors / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren.....	326
10.5.6.4	Partial emission factors for N ₂ O, NO and N ₂ / Partielle NH ₃ -Emissionsfaktoren für N ₂ O, NO und N ₂	326
10.5.6.5	Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren	327
10.5.7	Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub	327
10.5.8	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	327
10.6	Treatment of imported manure in the inventory / Behandlung von Wirtschaftdünger- Importen im Inventar	329
10.6.1	Activity data / Aktivitätsdaten	329
10.6.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	329
10.7	Poultry – collective description / Geflügel - zusammenfassende Daten.....	330
10.7.1	Aggregated data for poultry / Zusammenfassende Daten für Geflügel.....	330
10.7.1.1	Animal numbers / Tierzahlen.....	330
10.7.1.2	Animal weights / Tiergewichte.....	330
10.7.1.3	Calculation of mean VS and N excretions / Berechnung mittlerer VS- und N-Ausscheidungen.....	331
10.7.1.4	Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren.....	331
10.7.2	Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und resultierenden Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten.....	332
10.7.2.1	Mean implied emission factors for gases and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Gase und emissionserklärende Variablen	332
10.7.2.2	Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Partikel.....	333
10.7.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	333
10.7.4	Aggregated data for other poultry (poultry except laying hens and broilers) / Zusammenfassende Daten für weiteres Geflügel (Geflügel ohne Legehennen und Masthähnchen und -hähnchen)	334
10.7.5	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	334
11	Emissions from cultures with nitrogen fertilisers / Emissionen aus mit Stickstoff gedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen	335
11.1	Application of mineral fertilisers / Mineraldüngieranwendung	335

11.1.1	Activity data / Aktivitätsdaten.....	335
11.1.1.1	Amounts of fertilisers used / Berücksichtigte Düngermengen	335
11.1.1.2	Spatial disaggregation of fertiliser amounts / Regionalisierung der Düngermengen	335
11.1.1.3	Classification of fertilisers / Klassierung der Dünger.....	337
11.1.1.4	Data gap closure / Schließen von Datenlücken	337
11.1.1.5	Uncertainty of statistical data / Unsicherheit statistischer Daten.....	338
11.1.2	Emission of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies.....	338
11.1.2.1	Ammonia emissions / Ammoniak-Emissionen	338
11.1.2.1.1	The method applied / Angewandte Methode.....	338
11.1.2.1.2	Mean spring temperatures / Mittlere Frühlingstemperaturen	339
11.1.2.1.3	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	339
11.1.2.2	Emissions of N ₂ O, NO and N ₂ / N ₂ O-, NO- and N ₂ -Emissionen	339
11.1.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode.....	339
11.1.2.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	340
11.1.3	Carbon dioxide emissions from the application of urea / Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff	342
11.1.3.1	Production and application of urea / Produktion und Anwendung von Harnstoff.....	342
11.1.3.2	Calculation of emissions / Berechnung der Emissionen.....	343
11.1.3.3	Activity data / Aktivitätsdaten.....	343
11.1.3.4	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	343
11.2	Application of animal manures / Wirtschaftsdüngeranwendung	344
11.2.1	Activity data / Aktivitätsdaten.....	344
11.2.1.1	Nitrogen from German animal husbandry returned to soil / Stickstoff-Einträge in die Böden aus der deutschen Tierhaltung	344
11.2.1.2	Nitrogen imports with animal manures / Stickstoff-Importe mit Wirtschaftsdüngern	344
11.2.2	Emissions of N ₂ O, NO and N ₂ / N ₂ O-, NO- and N ₂ -Emissionen	344
11.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode.....	344
11.2.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	345
11.3	Application of sewage sludge / Ausbringung von Klärschlämmen	347
11.3.1	Activity data / Aktivitätsdaten.....	347
11.3.2	N ₂ O Emissions / N ₂ O-Emissionen	349
11.3.2.1	The method applied / Angewandte Methode.....	349
11.3.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	349
11.4	Histosols (managed organic soils) / Bewirtschaftete organische Böden (ehem. Moorflächen).....	351
11.4.1	Activity data / Aktivitätsdaten.....	351
11.4.2	Emissions of N ₂ O / N ₂ O-Emissionen	351
11.4.2.1	The method applied / Angewandte Methode.....	351
11.4.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	352
11.5	Methane deposition / Methan-Deposition.....	353
11.5.1	Activity data / Aktivitätsdaten.....	353
11.5.2	Assessment of CH ₄ deposition / Bestimmung der CH ₄ -Deposition	353
11.5.2.1	The method applied / Angewandte Methode.....	353
11.5.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	353
11.6	Non-methane volatile organic compounds from agricultural plants / Flüchtige organische Stoffe außer Methan aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen	355
11.6.1	Activity data / Aktivitätsdaten.....	355
11.6.2	Assessment of NMVOC emissions / Bestimmung der NMVOC-Emission	355
11.6.2.1	The method applied / Angewandte Methode.....	355
11.6.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	355
11.7	Emissions of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2,5}) from arable agriculture / Staub (PM₁₀ und PM_{2,5})-Emissionen aus der Bewirtschaftung von Ackerland	357
11.7.1	Activity data / Aktivitätsdaten.....	357
11.7.2	Assessment of emissions of particulate matter / Bestimmung der Staub-Emission	357
11.7.2.1	The method applied / Angewandte Methode.....	357
11.7.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren.....	358
11.8	Intercomparison of N₂O emission factors with those in neighbouring countries / Vergleich von N₂O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten	359

11.9	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	359
12	Emissions from cultures without fertilisers / Emissionen aus ungedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen	361
12.1	Biological N fixation: legumes / Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau	361
12.1.1	Activity data / Aktivitätsdaten	361
12.1.2	Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies	362
12.1.2.1	The method applied / Angewandte Methode	362
12.1.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	363
12.2	Emissions from excretions during grazing / Emissionen aus tierischen Ausscheidungen auf der Weide	365
12.2.1	Activity data / Aktivitätsdaten	365
12.2.2	Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies	365
12.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode	365
12.2.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	366
12.3	Crop residues / Ernterückstände	368
12.3.1	Activity data / Aktivitätsdaten	368
12.3.1.1	Area under cultivation / Anbauflächen	368
12.3.1.2	Yields / Erträge	369
12.3.1.3	Duration of cropped system ($x_{\text{renew}, i}$) and frequency of harvesting ($x_{\text{mow}, i}$) / Dauer der Kultur ($x_{\text{renew}, i}$) und Erntefrequenz der Kultur ($x_{\text{mow}, i}$)	370
12.3.1.4	Dry matter content ($x_{\text{DM}, i}$) / Trockenmassegehalte ($x_{\text{DM}, i}$):	370
12.3.1.5	Ratio of above ground crop residues to yield ($a_{\text{above}, i}$) / Verhältnis der oberirdischen Ernterückstände zur Ernte ($a_{\text{above}, i}$)	370
12.3.1.6	Nitrogen content of the above-ground crop residues ($x_{\text{N}, \text{above}, i}$) / Stickstoff-Gehalte der oberirdischen Ernterückstände ($x_{\text{N}, \text{above}, i}$)	371
12.3.1.7	Ratio of below ground crop residues to yield ($a_{\text{below}, i}$) / Verhältnis der unterirdischen Ernterückstände zur Erntemenge ($a_{\text{below}, i}$)	371
12.3.1.8	Nitrogen content of below ground crop residues ($x_{\text{N}, \text{below}, i}$) / Stickstoff-Gehalte der unterirdischen Ernterückstände ($x_{\text{N}, \text{below}, i}$)	372
12.3.1.9	Ratio of crop residues to yield (a_i) / Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte (a_i)	372
12.3.1.10	Nitrogen content of crop residues ($x_{\text{N}, i}$) and harvested crop products ($x_{\text{N}, \text{yield}, i}$) / Stickstoff-Gehalte der Ernterückstände ($x_{\text{N}, i}$) und der geernteten Produkte ($x_{\text{N}, \text{yield}, i}$):	372
12.3.1.11	Factor for not harvested horticultural crops (δ_{HC}) / Faktor für nicht geerntetes Gemüse (δ_{HC})	373
12.3.2	Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies	374
12.3.2.1	The method applied / Angewandte Methode	374
12.3.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	375
12.4	Indirect emissions from depositions of reactive nitrogen originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem Stickstoff aus der Landwirtschaft	377
12.4.1	Activity data / Aktivitätsdaten	377
12.4.2	Assessment of N_2O emissions / Bestimmung der N_2O -Emissionen	377
12.4.2.1	The method applied / Angewandte Methode	377
12.4.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	377
12.5	Indirect emissions from leached and run off N originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft	378
12.5.1	Activity data / Aktivitätsdaten	378
12.5.2	Assessment of N_2O emissions / Bestimmung der N_2O -Emissionen	379
12.5.2.1	The method applied / Angewandte Methode	379
12.5.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	380
12.6	Intercomparison of N_2O emission factors with those in neighbouring countries / Vergleich von N_2O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten	380
12.7	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	381
13	Pesticides and Limestone / Pestizide und Düngekalk	383

13.1	Pesticides / Pestizide	383
13.1.1	Activity data / Aktivitätsdaten	383
13.1.2	Assessment of pesticide emissions / Bestimmung der Pestizid-Emissionen	383
13.1.2.1	The method applied / Angewandte Methode	383
13.1.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	383
13.2	Limestone / Düngekalk	385
13.2.1	Activity data / Aktivitätsdaten	385
13.2.2	Assessment of carbon dioxide emissions / Bestimmung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen	385
13.2.2.1	The method applied / Angewandte Methode	385
13.2.2.2	Emission factors / Emissionsfaktoren	386
13.2.3	Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen	386
14	Calculation of fractions / Berechnung von Verhältniszahlen	387
14.1	Calculation procedures / Berechnungsverfahren	387
14.1.1	Fraction of crop residue burned ($Frac_{BURN}$) / Anteil der Ernterückstände, die auf dem Feld verbrannt werden ($Frac_{BURN}$)	387
14.1.2	Fraction of livestock N excretion in excrements burned for fuel ($Frac_{FUEL}$) / Anteil der tierischen N-Ausscheidungen in Dung, der als Heizmaterial dient ($Frac_{FUEL}$)	387
14.1.3	Fraction of synthetic fertiliser N applied to soils that volatilises as NH_3 and NO_x ($Frac_{GASF}$) / Anteil der N-Menge, die vor und bei der Ausbringung von Mineraldüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($Frac_{GASF}$)	387
14.1.4	Fraction of livestock N excretion that volatilises as NH_3 and NO_x ($Frac_{GASM}$) / Anteil der N- Menge, die vor und bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($Frac_{GASM}$)	387
14.1.5	Fraction of livestock N excreted and deposited onto soil during grazing ($Frac_{GRAZ}$) / Anteil des beim Weidegang ausgeschiedenen N an der Gesamtausscheidung von N ($Frac_{GRAZ}$)	389
14.1.6	Fraction of N input to soils that is lost through leaching and runoff ($Frac_{LEACH}$) / Anteil des N- Eintrags in Böden, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren wird ($Frac_{LEACH}$)	389
14.1.7	Fraction of N in non-N-fixing crops ($Frac_{NCR0}$) / N-Anteil in Pflanzen außer Leguminosen ($Frac_{NCR0}$)	389
14.1.8	Fraction of N in N-fixing crops ($Frac_{NCRBF}$) / N-Anteil in Leguminosen ($Frac_{NCRBF}$)	390
14.1.9	Fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product ($Frac_{REMOVE}$) / Anteil der oberirdischen Biomasse, der als Ernteprodukt abgefahren wird ($Frac_{REMOVE}$)	390
14.2	Tables volume: tables related to chapters 14.1.1 to 14.1.9 / Tabellenband: Tabellen zu den Kapiteln 14.1.1 to 14.1.9	391
14.3	Intercomparison with results from neighbouring countries / Vergleich mit Ergebnissen benachbarter Staaten	391
15	Assessment of the uncertainties of the emission inventory / Bestimmung der Unsicherheiten des Emissionsinventars	393
15.1	Gaussian error propagation / Gaußsche Fehlerfortpflanzung	393
15.2	Uncertainty of the implied emission factors for methane / Unsicherheit der effektiven Emissionsfaktoren für Methan	394
15.2.1	Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung	394
15.2.2	Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management	394
15.3	Uncertainties of the implied emission factors for N_2O / Unsicherheiten der effektiven Emissionsfaktoren für N_2O	395
15.3.1	Uncertainty of the IEF for N_2O from storage / Unsicherheit des IEF für N_2O aus dem Lager ...	395
15.3.2	Uncertainty of the IEF for N_2O from agricultural soils / Unsicherheit des IEF für N_2O aus landwirtschaftlichen Böden	397
15.3.2.1	Direct N_2O emissions from agricultural soils / Direkte N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden	397
15.3.2.2	Indirect N_2O emissions from agricultural soils / Indirekte N_2O -Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden	397
15.4	Uncertainty of the IEF for NO and N_2 from storage / Unsicherheit des IEF für NO und N_2 aus dem Lager	398

15.5	Uncertainty of the implied emission factor for NH₃ from housing and animal waste management / Unsicherheit des effektiven Emissionsfaktors für NH₃ aus Stall und Wirtschaftsdüngermanagement	398
15.6	Uncertainty of the German agricultural green house gas inventory / Unsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars.....	401
15.6.1	Uncertainty table according to IPCC (2000) Tier 1 methodology / Unsicherheitstabelle gemäß IPCC (2000) Stufe-1-Verfahren	401
15.6.2	Uncertainties of activity data / Unsicherheiten von Aktivitätsdaten.....	402
15.6.3	Uncertainties of emission factors / Unsicherheiten von Emissionsfaktoren	402
15.7	Uncertainty of the German agricultural ammonia inventory / Unsicherheit des Ammoniak-Inventars für die deutsche Landwirtschaft	405
16	Future improvements / Geplante Verbesserungen	409
16.1	Improvements in data management and calculation procedures / Verbesserungen bei Datenmanagement und Berechnungsprozeduren	409
16.2	Improvements in the description of animal husbandry / Verbesserungen im Bereich Tierhaltung.....	409
16.3	Improvements in the description of emissions from crops, grassland and arable land / Verbesserungen im Bereich landwirtschaftlicher Nutzpflanzen, Grünland und Ackerland.....	409
17	Additional information / Zusatzinformationen.....	411
17.1	The Assessment of Air Temperatures Relevant to Emission Inventories / Die Erfassung relevanter Lufttemperaturen für Emissionsinventare.....	411
17.1.1	The significance of up-to-date air temperature data / Die Bedeutung von aktuellen Lufttemperaturdaten.....	411
17.1.2	Assessment of the data required / Erzeugung der benötigten Daten	411
17.2	RAUMIS	414
18	Acknowledgements / Danksagung	416
19	References / Literatur	417

Table of Figures / Liste der Abbildungen

Figure 3.1:	Mass flow in agriculture, EMEP/CORINAIR Guidebook Chapter 10.....	54
Figure 3.2:	Energies considered in animal metabolism.	56
Figure 3.3:	Carbon pools and pathways considered in the calculation files.	62
Figure 3.4:	N flows in an animal subcategory. Mammals	66
Figure 3.5:	N flows in an animal subcategory. Birds.....	75
Figure 4.1:	Cattle, scheme of animal weight development	80
Figure 4.2:	Typical time series of daily milk yields and milk fat and protein contents	92
Figure 4.3:	Standard mixed feeds, share of rape seed expeller in concentrates as function of milk yield .	101
Figure 4.4:	Standard grass based feeds, share of wheat in concentrates as function of milk yield	101
Figure 4.5:	Heifers, linear relationships between energy requirements and weight.....	127
Figure 4.6:	Heifers, exemplary cumulative energy requirements	127
Figure 4.7:	Heifers, daily ME, comparison of GfE data and parameterisation.	129
Figure 4.8:	Bulls (male beef cattle), comparison of weight gain data (ADR and HIT data sets).....	141
Figure 4.9:	Bulls (male beef cattle), cumulative ME according to Table 4.44.	143
Figure 4.10:	Bulls (male beef cattle), cumulative ME by KTBL and by calculation.....	144
Figure 5.1:	Sows, mean population of sucking piglets over piglets number in German census.	184
Figure 5.2:	Weaners, weight gain as a function of live weight.	194
Figure 5.3:	Fattening pigs, comparison of final live weights (calculation vs. producer data).....	205
Figure 9.1:	laying hens, daily egg production and daily weight gain	275
Figure 9.2:	Broilers, reference weight gain, based on GfE (2000, Table 2.3.1).....	287
Figure 9.3:	Broilers, growth relative to reference (r_g , solid trend line, $R^2 = 0.71$).....	288
Figure 9.4:	Broilers, calculated mean duration of fattening period in Germany	289
Figure 10.1:	Turkeys, typical animal weight and weight gain developments	321
Figure 10.2:	Turkeys, weekly feed intake and ME content of a representative feed	321
Figure 12.1:	Above and below ground parts of crops, tuber crops and grasses	371
Figure 17.1	Air temperatures, map of annual and springtime means in Germany.....	413

Table of Tables / Liste der Tabellen

Table 2.1:	List of symbols frequently used for entities.....	47
Table 2.2:	List of subscripts used to identify source categories and subcategories	47
Table 2.3:	Abbreviations used for the German Federal States.....	48
Table 3.1:	Straw properties in animal husbandry.....	76
Table 4.1:	Cattle, categorisation and characterisation.....	79
Table 4.2:	Cattle, partial emission factors for NH ₃ from storage (related to TAN)	81
Table 4.3:	Cattle, partial emission factors for N ₂ O, NO, and N ₂ from storage (related to N _{excr} + N _{straw})....	81
Table 4.4:	Cattle, NH ₃ emission factors for application of <i>slurry</i> to <i>arable land</i>	83
Table 4.5:	Cattle, NH ₃ emission factors for application of <i>slurry</i> to <i>grassland</i>	84
Table 4.6:	Cattle, NH ₃ emission factors for application of <i>liquid separate</i>	84
Table 4.7:	Cattle, NH ₃ emission factors for application of <i>digested slurry</i>	84
Table 4.8:	Cattle, NH ₃ emission factors for application of <i>leachate</i> (“ <i>Jauche</i> ”).....	84
Table 4.9:	Cattle, NH ₃ emission factors for application of <i>manure (FYM)</i>	84
Table 4.10:	Cattle, emission factors <i>EF_{NMVOC}</i> relating NMVOC emissions to NH ₃ emissions	85
Table 4.11:	Dairy cows, calculation procedures applied	86
Table 4.12:	Dairy cows, fat content of milk (in % of mass) (statistical data)	87
Table 4.13:	Dairy cows, protein content of milk (in % of mass) (statistical data)	87
Table 4.14:	Heifers, carcass weights (in kg an ⁻¹)	88
Table 4.15:	Dairy cows, carcass weights (in kg an ⁻¹).....	88
Table 4.16:	Dairy cows, slaughter ages, ages at first calving and resulting life spans (in a)	89
Table 4.17:	Dairy cows, properties of standard diet constituents (all data related to dry matter contents).....	100
Table 4.18:	Dairy cows, maximum methane producing capacity and methane conversion factors.....	105
Table 4.19:	Dairy cows, N inputs with straw in German dairy cattle houses	109
Table 4.20:	Dairy cows, partial emission factors for NH ₃ -N from housing (related to TAN)	111
Table 4.21:	Dairy cows, first estimates of emission factors <i>EF_{PM}</i> for particle emissions from housing.....	113
Table 4.22:	Dairy cows, intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation.....	113
Table 4.23:	Dairy cows, manure management, intercomparison of implied emission factors.....	114
Table 4.24:	Dairy cows, intercomparison of N excretion rates and IEF for NH ₃	115
Table 4.25:	Dairy cows, intercomparison of PM emission factors	115
Table 4.26:	Dairy cows, related tables in the Tables volume.....	116
Table 4.27:	Calves, calculation procedures applied.....	117
Table 4.28:	Other cattle, maximum methane producing capacity and methane conversion factors <i>MCF</i> ..	121
Table 4.29:	Calves, first estimates of emission factors <i>EF_{PM}</i> for particle emissions from housing	123
Table 4.30:	Calves, related tables in the Tables volume	123
Table 4.31:	Heifers, calculation procedures applied	124
Table 4.32:	Heifers, metabolisable energy required	126
Table 4.33:	Heifers, diet characteristics.....	131
Table 4.34:	Heifers, N inputs with straw in German heifer houses	135
Table 4.35:	Heifers, first estimates of emission factors <i>EF_{PM}</i> for particle emissions from housing	136
Table 4.36:	Heifers, related tables in the Tables volume	137
Table 4.37:	Bulls (male beef cattle), calculation procedures applied.....	138
Table 4.38:	Bulls (male beef cattle), carcass weight (in kg an ⁻¹)	139
Table 4.39:	Bulls (male beef cattle), mean weight gains $\Delta w_{\text{bm,ADR}}$ (in g an ⁻¹ d ⁻¹)	140
Table 4.40:	Bulls (male beef cattle), mean weight gains as reported in HIT $\Delta w_{\text{bm,HIT}}$ (in g an ⁻¹ d ⁻¹)	140
Table 4.41:	Bulls (male beef cattle), mean weight gain before slaughtering	141
Table 4.42:	Frisian bulls (Schwarzbunte), daily ME requirements.....	142
Table 4.43:	Fleckvieh bulls, daily ME requirements	143
Table 4.44:	Bulls (male beef cattle), cumulative metabolisable energy ΣME	143
Table 4.45:	Bulls (mature beef cattle), N inputs with straw in German bull houses.....	149
Table 4.46:	Bulls (male beef cattle), emission factors <i>EF_{PM}</i> for particle emissions from housing	150
Table 4.47:	Bulls (male beef), related tables in the Tables volume	150
Table 4.48:	Suckler cows, calculation procedures applied	151
Table 4.49:	Suckler cows, N inputs with straw in German suckler cow houses.....	155
Table 4.50:	Suckler cows, first estimates of emission factors <i>EF_{PM}</i> for particle emissions from housing..	156
Table 4.51:	Suckler cows, related tables in the Tables volume	157
Table 4.52:	Bulls (mature males), calculation procedures applied	158

Table 4.53:	Cattle, mature males, partial emission factors used in the inventory.....	162
Table 4.54:	Bulls (mature males), emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing.....	163
Table 4.55:	Bulls (mature males), related tables in the Tables volume	163
Table 4.56:	Other cattle, calculation procedures applied.....	164
Table 4.57:	Other cattle, intercomparison of implied emission factors	168
Table 4.58:	Other cattle, intercomparison of implied CH_4 emission factors for manure management	169
Table 4.59:	Other cattle, intercomparison of N excretion rates $m_{excr. oc}$ and NH_3 emission factors	170
Table 4.60:	Other cattle, intercomparison of PM emission factors	170
Table 4.61:	Other cattle, related tables in the Tables volume.....	171
Table 5.1:	Pigs, categorisation and characterisation.....	173
Table 5.2:	Pigs, partial emission factors for NH_3 losses from storage (related to TAN).....	174
Table 5.3:	Pigs, partial emission factors for losses of N_2O , NO , and N_2 from storage.....	174
Table 5.4:	Pigs, partial NH_3 emission factors for losses from application of pig slurry to arable land ...	176
Table 5.5:	Pigs, partial NH_3 emission factors for losses from application of slurry to grassland.....	176
Table 5.6:	Pigs, partial NH_3 emission factors for losses from application of leachate (“Jauche”)....	177
Table 5.7:	Pigs, partial NH_3 emission factors for losses from application of manure (FYM).....	177
Table 5.8:	Pigs, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions for pigs.....	178
Table 5.9:	Sows, calculation procedures applied to sows.....	179
Table 5.10:	Sows, energy requirements as used in the inventory	182
Table 5.11:	Sows, number of piglets raised per year, $n_{piglet, year}$ (primary statistical information)	183
Table 5.12:	Sows, diets used in the inventory, and their properties	185
Table 5.13:	Sows, maximum methane producing capacity and methane conversion factors	188
Table 5.14:	Sows, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN).....	189
Table 5.15:	Sows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing.....	190
Table 5.16:	Sows, related tables in the Tables volume.....	190
Table 5.17:	Weaners, calculation procedures applied	191
Table 5.18:	Weaners, final weight (in $kg\ an^{-1}$) (primary statistical data)	193
Table 5.19:	Weaners, diets used in the inventory, and their properties	198
Table 5.20:	Weaners, maximum methane producing capacity and methane conversion factors.....	200
Table 5.21:	Weaners, N inputs with straw in German weaner houses.....	201
Table 5.22:	Weaners, partial emission factors for NH_3-N (adopted from fattening pig houses)	201
Table 5.23:	Weaners, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing.....	202
Table 5.24:	Weaners, related tables in the Tables volume	202
Table 5.25:	Fattening pigs, calculation procedures applied.....	203
Table 5.26:	Fattening pigs, weight at beginning of the fattening period (in $kg\ an^{-1}$).....	204
Table 5.27:	Fattening pigs, final weight after fattening (live weight, in $kg\ an^{-1}$)	204
Table 5.28:	Fattening pigs, weight gain during fattening (in $g\ an^{-1}\ d^{-1}$)	204
Table 5.29:	Fattening pigs, percentage of animals RAM fed in the districts in Lower Saxony	209
Table 5.30:	Fattening pigs, diets used, related energies, and nitrogen contents.	210
Table 5.31:	Fattening pigs, maximum methane producing capacity and methane conversion factors.....	211
Table 5.32:	Fattening pigs, N inputs with straw in German fattening pig houses	213
Table 5.33:	Fattening pigs, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN).....	213
Table 5.34:	Fattening pigs, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing	214
Table 5.35:	Fattening pigs, related tables in the Tables volume.....	214
Table 5.36:	Boars, calculation procedures applied.....	215
Table 5.37:	Boars, diet used in the inventory (assumed identical to sow feed type A, see Table 5.12)	216
Table 5.38:	Boars, maximum methane producing capacity and methane conversion factors	218
Table 5.39:	Boars, partial emission factors for NH_3-N from housing (related to TAN)	219
Table 5.40:	Boars, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions	220
Table 5.41:	Boars, related tables in the Tables volume	220
Table 5.42:	Pigs, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors	223
Table 5.43:	Pigs, intercomparison of PM emission factors	224
Table 5.44:	Pigs, related tables in the Tables volume.....	224
Table 6.1:	Sheep, calculation procedures applied.....	225
Table 6.2:	Sheep and lambs, correction of animal numbers	226
Table 6.3:	Sheep, maximum methane producing capacity and methane conversion factors	228
Table 6.4:	Sheep, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions	229
Table 6.5:	Sheep, related tables in the Tables volume.....	230

Table 6.6:	Lambs, calculation procedures applied.....	231
Table 6.7:	Lambs, related tables in the Tables volume.....	232
Table 6.8:	Sheep without lambs, calculation procedures applied.....	233
Table 6.9:	Sheep without lambs, related tables in the Tables volume.....	234
Table 6.10:	Sheep, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors.....	235
Table 6.11:	Sheep, collective description, related tables in the Tables volume.....	236
Table 6.12:	Goats, calculation procedures applied.....	237
Table 6.13:	Goats, maximum methane producing capacity and methane conversion factors.....	238
Table 6.14:	Goats, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors.....	241
Table 6.15:	Goats, related tables in the Tables volume.....	241
Table 7.1:	Horses, conversion factors for numbers of ponies and heavy horses.....	243
Table 7.2:	Horses, maximum methane producing capacity and methane conversion factors.....	244
Table 7.3:	Heavy horses, calculation procedures applied.....	246
Table 7.4:	Horses, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing.....	249
Table 7.5:	Heavy horses, related tables in the Tables volume.....	249
Table 7.6:	Light horses and ponies, calculation procedures applied.....	250
Table 7.7:	Light horses and ponies, related tables in the Tables volume.....	253
Table 7.8:	Horses, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors.....	255
Table 7.9:	Horses, related tables in the Tables volume.....	255
Table 7.10:	Mules and asses, calculation procedures applied.....	256
Table 7.11:	Mules and asses, compilation of input data and national emission results (constant in time).....	260
Table 7.12:	Heavy horses, related tables in the Tables volume.....	260
Table 8.1:	Fur animals, calculation procedures applied.....	261
Table 8.2:	Fur animals, animal numbers 2000, data obtained by inquiry.....	261
Table 8.3:	Fur animals, related tables in the Tables volume (data for the year 2000 only).....	263
Table 8.4:	Buffalo, calculation procedures applied.....	264
Table 8.5:	Buffalo, partial emission factors used in the inventory.....	267
Table 8.6:	Buffalo, related tables in the Tables volume.....	268
Table 9.1:	Chickens, categorisation and characterisation.....	269
Table 9.2:	Poultry, emission factors relating NMVOC emissions to NH_3 emissions.....	269
Table 9.3:	Poultry, partial emission factors for ammonia losses from storage of poultry excreta.....	270
Table 9.4:	Poultry, partial emission factors for NH_3 from application of dry poultry manure.....	270
Table 9.5:	Poultry, partial emission factors for N_2O , NO , and N_2 from storage of poultry excreta.....	270
Table 9.6:	Laying hens, calculation procedures applied.....	272
Table 9.7:	Laying hens, performance data.....	273
Table 9.8:	Laying hens, diets used in laying hen feeding, related energies and nitrogen content.....	277
Table 9.9:	Laying hens, amounts of N inputs with straw in German laying hen houses.....	282
Table 9.10:	Laying hens, partial emission factors for NH_3 losses from housing (related to N excreted).....	282
Table 9.11:	Laying hens, first estimates of emission factors for particle emissions from housing.....	284
Table 9.12:	Laying hens, related tables in the Tables volume.....	284
Table 9.13:	Broilers, calculation procedures applied.....	285
Table 9.14:	Growth rate relative to reference (r_g , in $kg\ kg^{-1}$).....	288
Table 9.15:	Broilers, time series of national-scale animal characteristics and calculation results.....	288
Table 9.16:	Broilers, time series of feed properties, ME requirements and feed intake.....	293
Table 9.17:	Broilers, calculated specific N retention.....	297
Table 9.18:	Broilers, time series of VS excretions, N balance components, and UAN content.....	297
Table 9.19:	Broilers, amounts of N inputs with straw in German broiler houses.....	298
Table 9.20:	Broilers, related tables in the Tables volume.....	299
Table 9.21:	Pullets, calculation procedures applied.....	300
Table 9.22:	Pullets, diets used in pullet feeding, related energies, and nitrogen contents.....	302
Table 9.23:	Pullets, amounts of N inputs with straw in German pullet houses.....	306
Table 9.24:	Pullets, related tables in the Tables volume.....	307
Table 10.1:	Other poultry, categorisation and characterisation.....	309
Table 10.2:	Geese, calculation procedures applied.....	310
Table 10.3:	Geese, related tables in the Tables volume.....	312
Table 10.4:	Ducks, calculation procedures applied.....	313
Table 10.5:	Ducks, maximum methane producing capacity and methane conversion factors.....	315
Table 10.6:	Ducks, amounts of N inputs with straw in German broiler houses.....	317

Table 10.7:	Ducks, related tables in the Tables volume	318
Table 10.8:	Turkeys, calculation procedures applied	319
Table 10.9:	Turkeys, primary data available	322
Table 10.10:	Turkeys, diets used, related energy contents, and nitrogen contents	324
Table 10.11:	Turkeys, amounts of N inputs with straw in German turkey houses	326
Table 10.12:	Turkeys, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions	327
Table 10.13:	Turkeys, related tables in the Tables volume.....	328
Table 10.14:	Poultry, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors ..	332
Table 10.15:	Poultry, intercomparison of PM emission factors.....	333
Table 10.16:	Poultry, related tables in the Tables volume	334
Table 10.17:	Other poultry, related tables in the Tables volume	334
Table 11.1:	Cultures with fertilisers, calculation procedures applied.....	335
Table 11.2:	Cultures with fertilisers, recommended amounts of nitrogen fertilisers	336
Table 11.3:	Attribution of German national classes of N fertilisers to SNAP categories	337
Table 11.4:	Mineral fertilisers, emission factors for ammonia emissions $kg\ kg^{-1}\ N$	339
Table 11.5:	Sewage sludge applied within agriculture (in $Gg\ a^{-1}$ dry matter) (statistical data)	348
Table 11.6:	Sewage sludge, nitrogen content (in $g\ kg^{-1}\ N$, related to dry matter) (statistical data)	348
Table 11.7:	Agricultural crops, NMVOC emission factors and duration of emission.....	356
Table 11.8:	Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume	359
Table 12.1:	Cultures without fertilisers, calculation procedures applied.....	361
Table 12.2:	Crop residues (agricultural crops), data used to calculate N_2O , NO and N_2 emissions	373
Table 12.3:	Crop residues (horticultural crops), data used to calculate N_2O , NO and N_2 emissions.....	374
Table 12.4:	Soils, intercomparison of N_2O emission factors	381
Table 12.5:	Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume	381
Table 13.1:	Pesticides, emission factors	384
Table 13.2:	Lime, distribution of the amounts of lime in the New Länder (in $Mg\ CaO$).....	385
Table 13.3:	Pesticides and liming, related tables in the Tables volume	386
Table 14.1:	Fractions $Frac_x$, related tables in the Tables volume.....	391
Table 14.2:	Fractions $Frac_x$, intercomparison of fractions explaining direct and indirect N_2O emissions.	392
Table 15.1:	Relative uncertainty of the implied emission factor for N_2O from storage	397
Table 15.2:	Uncertainty of the implied emission factor for NH_3 from manure management (in %).....	400
Table 15.3:	Uncertainty calculation for the German agricultural GHG inventory (GWP(CH4) = 21, GWP(N2O) = 310).....	404
Table 15.4:	Uncertainty calculation for the German agricultural ammonia inventory	407
Table 17.1:	Air temperatures in Germany 1961 – 1990 and 1990 – 2007 and correction values.....	412

1 Introduction / Einführung

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

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

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

In the relevant international protocols, the parties also commit themselves to use certain procedures for the construction of these inventories. Relevant guidance documents are provided by the Geneva Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (LTRAP, 2005) in form of the Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 2007). Within the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2005), the IPCC Guidelines and Good Practice Guidance (IPCC, 1996, 2000, 2006) provide the tools.

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

The inventory was to be used as a tool in policy making (cf Dämmgen et al., 2006; Gauger et al., 2006). Therefore it was constructed in a way that it also includes techniques which are not customary in

Gasförmige und partikelförmige Emissionen aus der Landwirtschaft sind in Europa

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

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

Gemäß den entsprechenden internationalen Vereinbarungen ist die Menge an Schadstoffemissionen an die jeweils verantwortliche Organisation zu berichten. Die Anforderungen an die Berichterstattung werden in Handreichungen innerhalb des Genfer Luftreinhalteabkommens (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) (CLRTAP, 2005) im Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 2007), innerhalb der Klimarahmenkonvention (UNFCCC, 2005) in IPCC Guidelines und Good Practice Guidance (IPCC, 1996, 2000) sowie in IPCC (2006) dargestellt.

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

Das Inventar sollte darüber hinaus als Instrument der Politikberatung geeignet sein (vgl. Dämmgen et al., 2006; Gauger et al., 2006). Es sollte also die Erstellung von Szenarien auch unter Einbeziehung von

Germany. As decisions on alterations of houses or on the introduction of new techniques are made on the farm level, the method has to be suitable for the calculation of (typical) emissions of single farm enterprises.

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

As the approaches of the first inventory were at least partly unsatisfactory, they permanently have been developed and updated. The version used for the present inventory is based on results described in Döhler et al. (2002), but it makes use of the latest available editions of the international guidelines, i.e. of EMEP/CORINAIR (5th edition), including draft chapters of the Guidebook, as well as IPCC (1997, 2000). It also includes results of international co-operation between experts (EAGER⁶).

The text on hand updates the data base and calculation procedures described in Dämmgen et al. (2009a). The number of sources dealt with using a detailed methodology increased. It serves as comprehensive documentation of the details of all calculations performed.

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

Techniken erlauben, die derzeit in Deutschland nicht üblich sind. Da Entscheidungen über Veränderungen von Gebäuden, Techniken oder zeitlichen Planungen aber letztlich auf Betriebsebene fallen, sollten die Berechnungsansätze im Prinzip dazu nutzbar sein, einzelne Betriebe mit ihren typischen Eigenschaften abzubilden.

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

Die zum Teil unbefriedigenden Ansätze des ersten Inventars wurden beständig verbessert und weiter entwickelt. Die hier verwendete Version bezieht sich weitgehend auf die in Döhler et al. (2002) erarbeiteten Ergebnisse, verwendet aber die jeweils neuesten Ausgaben der internationalen Regelwerke (EMEP/CORINAIR, 5. Auflage) einschließlich der als Entwurf verfügbaren Kapitel des Guidebook sowie IPCC (1997, 2000) und bezieht Ergebnisse ein, die im internationalen Vergleich benachbarter Staaten erarbeitet wurden (EAGER⁶).

Der vorliegende Text aktualisiert die bei Dämmgen et al. (2009a) zuletzt beschriebenen Datengrundlagen und Rechenverfahren und behandelt zusätzliche Quellgruppen nach detaillierten Verfahren. Er dient als umfassende Dokumentation der Einzelheiten sämtlicher Rechnungen.

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

⁶ EAGER - European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.

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

2.1 Scope and structure of the inventory / Gegenstand und Struktur des Inventars

EMEP(2007)-B1000-1 regards only emissions from arable and animal agriculture themselves and those (indirect) emissions which can directly be traced back to agricultural activities as agricultural emissions.

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

General information on modelling methods and data is provided in Chapter 3.

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

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

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

Wherever necessary, gap closing procedures are described.

Uncertainties are given for both activity data and emission factors.

Nach EMEP(2007)-B1000-1 werden nur die Emissionen aus den bewirtschafteten Nutzflächen und der Tierhaltung selbst und die unmittelbar auf sie zurückzuführenden indirekten Emissionen als Emissionen aus der Landwirtschaft bezeichnet.

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

Allgemeine Informationen zu Modellierung und Daten finden sich in Kapitel 3.

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

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

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

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

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

2.2 Terminology / Begriffe

2.2.1 Translation of technical terms / Die Übersetzung von Fachbegriffen

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

An “animal round” describes the time span of a production process in animal production. Per animal round, one animal is kept or produced per place (unit: $ro = an\ pl^{-1}$).

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

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

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

„Durchgang“ bezeichnet einen zeitlich abgegrenzten Produktionsvorgang in der landwirtschaftlichen Tierhaltung. Pro Durchgang wird ein Tier pro Platz gehalten oder produziert (Einheit: $ro = an\ pl^{-1}$).

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

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

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

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

where

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

2.2.4 Animal weight definitions / Tiergewicht-Definitionen

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

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

As final live weights may not be accessible, they may have to be derived from carcass weight using the slaughter yield (see Chapter 2.2.4.5 for details). These data often fall below the final live weights reported in fattening and breeding experiments. At present, these differences cannot be quantified, nor can they be explained. That is why this inventory does not differentiate between them.

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

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

Endgewichtdaten werden mangels anderer Datenquellen oftmals aus der Schlachtausbeute errechnet (s. Kapitel 2.2.4.5), wobei sich häufig Werte ergeben, die niedriger sind als aus Mast- und Zuchtversuchen berichtete Endgewichte. Die Differenzen können derzeit nicht quantifiziert werden, weshalb im Folgenden nicht bzgl. der unterschiedlich definierten Endgewichte unterschieden wird.

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

2.2.4.2 Weight gain and weight gain rate / Zuwachs und Zuwachsrate

Weight gain is defined as the difference between the start and final weights in a phase of life:

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

where

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

Als Zuwachs während einer Lebensphase bezeichnet man die Differenz von Anfangs- und Endgewicht:

The ratio between weight gain and the duration of the respective life span is the weight gain rate $\Delta w/\Delta t$, (see eq. (2.3)). In this case, the unit "animal" (an) is equivalent with the unit "animal place" (pl), as eq. (2.2) relates to the overall lifespan.

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

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

where

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

2.2.4.3 Mean weights / Mittlere Gewichte

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

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

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

The calculation of the daily energy requirements for maintenance (see Chapter 3.2.2.2) presupposes the knowledge of the metabolic animal weight. This is defined as follows:

Die Berechnung des täglichen Energiebedarfs für Erhaltung (siehe Kapitel 3.2.2.2) beruht auf der Kenntnis des metabolischen Tiergewichts. Dieses ist wie folgt definiert:

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

where

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

If the maintenance energy for a whole lifespan has to be assessed, eq. (2.4) has to be integrated. This results in a cumulative (an accumulated) metabolic weight as in eq. (2.5).

Gleichung (2.4) ist zu integrieren, wenn der Erhaltungsenergiebedarf einer gesamten Lebensspanne benötigt wird. Es ergibt sich das kumulierte (oder auch: kumulative) metabolische Gewicht, siehe Gleichung (2.5).

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

where

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

2.2.4.5 Carcass weight / Gewicht nach Schlachtung

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

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

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

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

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

where

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

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

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

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

where

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

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

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

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

To distinguish the matter emitted from the amount m of nitrogen excreted by animals (see Chapter 3.5), the mass emitted is subsequently denoted by the symbol M .

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

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

Zur Unterscheidung von der durch Tiere ausgeschiedenen Stickstoffmenge m (s. Kapitel 3.5) wird die emittierte Masse eines Stoffes nachstehend mit dem Symbol M bezeichnet.

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

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

where

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

Emission factors (symbol used at present EF) describe typical emission rates or emission rate densities of an activity at a given time in a given location or region.

The unit of the emission factor is the ratio of the units describing the emission rates or the respective densities and the unit used to quantify the activity (activity rate).

Emissionsfaktoren (Symbol gegenwärtig EF) beschreiben die typischen Emissionsströme und Emissionsstromdichten einer Emissionsquelle zu einer gegebenen Zeit an einem gegebenen Ort.

Die Einheit des Emissionsfaktors ergibt sich als Bruch aus den Einheiten von Emissionsstrom bzw. Emissionsstromdichte und der Einheit, mit der der Emittent quantifiziert wird.

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

where

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

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

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

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

where

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

2.3 Units and Symbols / Einheiten und Symbole

2.3.1 Units / Einheiten

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

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

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

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

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

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

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

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

Entgegen anderen, nicht SI-konformen Gepflogenheiten werden verwendet

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

⁷ IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry

⁸ IUPAP: International Union of Pure and Applied Physics

The unit dt (deciton) is not used.
 Often units have to be explained. This explanation is given after the units, e.g.

$$7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N, not } 7 \text{ kg NH}_3\text{-N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$$

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

Units should not be language specific. In order to simplify notation the following units are introduced (cf. definitions in Chapter 2.2):

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

Die Einheit dt (Dezitonne) wird nicht verwendet.
 Die Erläuterungen zu Einheiten werden nach den Einheiten angegeben, also

$$7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N, nicht } 7 \text{ kg NH}_3\text{-N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$$

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

Einheiten sollten nicht sprachspezifisch sein. Zur Erleichterung der Schreibweise werden folgende Einheiten neu eingeführt (siehe die Definitionen in Kapitel 2.2):

an	Tier
pl	Tierplatz
ro	Durchgang
cy	Durchgangszahl
eg	Ei

2.3.2 Symbols / Symbole

Table 2.1 provides a list of symbols used frequently, Table 2.2 collates the subscripts used to characterise the various source categories, and Table 2.3 the abbreviations used for the German Federal States (Bundesländer).

Table 2.1 gibt eine Auflistung häufig gebrauchter Symbole, Table 2.2 die Indizes, die zur Charakterisierung von Quellen benutzt werden, und Table 2.3 die der verwendeten Abkürzungen für die Bundesländer.

Table 2.1: List of symbols frequently used for entities

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

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

arable	arable land	Ackerland
bf	heifers (beef cattle, female)	Färsen
bm	bulls (beef cattle, male)	Mastbullen
bo	boars	Eber
br	broilers	Masthähnchen und -hühnchen
bu	buffalo	Büffel

ca	calves	Kälber
CR	crop residues	Ernterückstände
crop	crop, cropped area	Pflanzenbestand
dc	dairy cows	Milchkühe
dep	depositions from reactive N stemming from agriculture	Deposition von reaktivem N aus der Landwirtschaft
du	ducks	Enten
ew	ewes	Mutterschafe
fert	mineral fertiliser	Mineraldünger
fp	fattening pigs	Mastschweine
ge	geese	Gänse
go	goats	Ziegen
grass	grass land	Grünland
HC	harvested crop	geerntete Menge
ho	horses (heavy)	Pferde (Großpferde)
la	lambs	Lämmer
leach	leached and run off N	ausgewaschenes und abgeflossenes N
lh	laying hens	Legehennen
man	manure	Wirtschaftsdünger
mm	bulls (mature males)	Zuchtbullen
MM	manure management	Wirtschaftsdüngermanagement
NF	nitrogen fixation	Stickstoff-Fixierung
oc	other cattle (cattle other than dairy cows)	Rinder ohne Milchkühe
os	other sheep (sheep other than lambs)	Schafe ohne Lämmer
pest	pesticides	Pflanzenschutzmittel
po	ponies and light horses	Kleinpferde und Ponys
pu	pullets	Junghennen
sc	suckler cows	Mutterkühe
sh	sheep	Schafe
so	sows	Sauen
SS	sewage sludge	Klärschlamm
tf	turkeys (hens)	Putenhennen
tm	turkeys (cocks)	Putenhähne
tu	turkeys (both genders)	Puten (insgesamt)
urea	urea	Harnstoff
VS	volatile solids (see Chapter 3.4.1)	„volatile solids“ (siehe Kapitel 3.4.1)
we	weaners	Aufzuchtferkel

Table 2.3: Abbreviations used for the German Federal States

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

2.4 Referencing formats / Zitierweise

2.4.1 UN ECE Guidebook and IPCC Guidelines / UN ECE Guidebook und IPCC Guidelines

References to chapters and pages of the EMEP/CORINAIR Guidebook (EMEP/ Kapitel und Seiten des EMEP/CORINAIR Guidebook (EMEP/CORINAIR, on-line-Version) werden

CORINAIR, on-line version) make use of the year of publication of the respective chapter, the abbreviated SNAP, e.g. EMEP(2007)-B1010, and the page number, as used in the Guidebook foot [e.g. EMEP(2003)-B1010-7].

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

unter Angabe des Publikationsjahres, des abgekürzten SNAP, z. B. EMEP (2003)-B1010, und der Seitenzahl (s. Fußzeile im Guidebook, z.B. EMEP(2007)-B1010-7, zitiert.

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

2.4.2 German Statistics Documents / Deutsche Statistiken

Data available from official German statistics are characterised by their editor (Statistisches Bundesamt, StatBA, the respective Statistische Landesämter, StatLA), their series (Fachserie, FS) and their sub-series (Reihe, R) according to the nomenclature of Statistisches Bundesamt (e.g. StatBA FS 3 R3.2.1).

The statistics referred to in the text are listed in detail in the reference chapter.

Bei Datensätzen aus der deutschen Officialstatistik werden die Herausgeber aufgeführt (Statistisches Bundesamt, StatBA, die jeweiligen Statistischen Landesämter, StatLA), deren Fachserie (FS) und Reihe (R) in der Form, wie sie beim Statistischen Bundesamt üblich ist (Beispiel: StatBA FS 3 R3.2.1).

Die so im Text genannten Quellen sind im Literaturverzeichnis vollständig zitiert.

3 Modelling basics and data availability / Modellgrundlagen und Datenverfügbarkeit

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

3.1.1 Relevant guidance documents / Die relevanten Handbücher

The assessment of internationally compatible emission inventories is the fundamental matter of concern. This presupposes the use of comparable model structures and comparable emission factors or functions. At the same time, the German agricultural emissions inventory is designed for policy advice. For this reason it endeavours to reflect the present state of knowledge.

For greenhouse gases, model structures and emission factors are provided in the IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, published in 1996 and 2006, as well as in the IPCC Good Practice Guidance dating from 2000 (IPCC, 1996; IPCC, 2000; IPCC, 2006).

The Subsidiary Board for Scientific and Technological Advice had encouraged parties to use the new 2006 Guidelines (UNFCCC, 2007)⁹. Hence, the previous inventory 2009 for 2007 (Dämmgen et al., 2009a) was calculated using the 2006 Guidelines wherever possible. This decision was criticised by the Expert Review Team (ERT) in the Centralized Review in September 2009, as the 2006 Guidelines have not been officially adopted. The ERT demanded that Germany justifies each single deviation from the practice recommended in the 1996 Guidelines if the 2006 Guidelines are used instead.

The inventory on hand reflects the ERT demands. The resulting methodological changes are responsible for the better part of the increase in Greenhouse Gas emissions of the German agriculture for all the years reported when being compared to the results of the precedent inventory (Dämmgen et al., 2009, Haenel et al., 2009).

For the reporting of the **emissions of air pollutants**, the latest version of the Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP, 2007) is considered.

3.1.2 Choice of methodologies / Zur Methodenwahl

We distinguish between the following methodologies:

- **Tier 1 methodologies** that combine statistical

Das Grundanliegen, international vergleichbare Inventare zu erstellen, setzt voraus, dass vergleichbare Modellstrukturen und vergleichbare Emissionsfaktoren bzw. –funktionen verwendet werden. Das deutsche landwirtschaftliche Emissionsinventar dient gleichzeitig der Politikberatung. Es muss daher darum bemüht sein, den aktuellen Stand des Wissens abzubilden.

Für den Bereich der Treibhausgase sind Modellstrukturen und Emissionsfaktoren bzw. deren Ableitung in den IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories von 1996 und 2006 sowie in der IPCC Good Practice Guidance von 2000 beschrieben (IPCC, 1996; IPCC, 2000; IPCC, 2006).

Aufgrund der Ermutigung des Subsidiary Board for Scientific and Technological Advice, die neuen 2006 Guidelines anzuwenden (UNFCCC, 2007)⁹, wurde das vorhergehende Emissionsinventar 2009 für 2007 auf Grundlage der 2006 Guidelines erstellt (Dämmgen et al., 2009a). Dieses Vorgehen wurde im Centralized Review im September 2009 durch das Expert Review Team (ERT) kritisiert, weil die 2006 Guidelines noch nicht offiziell zugelassen sind. Das ERT forderte Deutschland dazu auf, jeden einzelnen Fall zu begründen, bei dem die 2006 Guidelines anstelle der 1996 Guidelines verwendet werden.

Dieser Forderung kommt das vorliegende Inventar nach. Die sich im Vergleich zum Vorjahresinventar (Dämmgen et al., 2009, Haenel et al., 2009) ergebenden Erhöhungen der landwirtschaftlichen Treibhausgas-Emissionen sind für alle berichteten Jahre im Wesentlichen auf diese methodischen Veränderungen zurückzuführen.

Für den Bereich der **Emissionen luftverschmutzender Stoffe** wird die letzte verfügbare Ausgabe des Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP, 2007) berücksichtigt.

Unterschieden werden die folgenden Verfahren:

- **Stufe-1-Verfahren**, die sich auf statistische Größen (z.B. Tierzahlen) und mittlere Emissi-

⁹ “Noting paragraphs 53 and 54 above, and without prejudice to the existing reporting guidelines, the SBSTA encouraged Parties in a position to do so to gain experience with the 2006 IPCC Guidelines. ...”

data (e.g. animal numbers from the census) directly with mean emission factors (“default emission factors”) provided in the IPCC or EMEP/CORINAIR guidance documents;

- **Tier 2 methodologies** that rely on the use of national data for energy and feed requirements and apply national emission factors, and
- **Tier 3 methodologies** that go beyond Tier 2 methodologies with respect of the degree of detail involved, in particular (variable) animal performance and feed properties.

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

The subsequent chapters present modelling concepts and methods to estimate energy requirements, excretions and emissions in animal husbandry. They are applied throughout the inventory.

3.1.3 *The model GAS-EM / Das Modell GAS-EM*

GAS-EM is a modular programme¹⁰ to estimate gaseous and particulate emissions from animal agriculture and crop production including professional horticulture.

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

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

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

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

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

onsfaktoren („default emission factors“) in den Regelwerken von IPCC und EMEP/CORINAIR stützen;

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

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

Die folgenden Kapitel beschreiben grundlegende und im Inventar durchgängig angewendete Modellansätze zur Berechnung von Energiebedarf, Ausscheidungen und Emissionen in der Tierhaltung.

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

Die verwendeten Rechenverfahren bilden – wo immer möglich – diejenigen Stoffflüsse ab, die zu einem Stoffaustausch zwischen der Atmosphäre und landwirtschaftlichen Produktionssystemen führen. GAS-EM ist daher im Prinzip ein Stoffflussmodell ohne zeitliche Dynamik (Gleichgewichtsmodell).

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

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

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

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

¹⁰ This programme was established under Excel 97.

The overall structure of the model follows is in line with the organisation of the Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 2002 ff). The respective matter fluxes are quantified according to Figure 3.1.

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

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

Fluxes into these subsystems from sources other than agriculture are animal feeds, bedding material (e.g. wood chippings), mineral fertilisers, imported animal manures. Also, natural fluxes are accounted for, e.g. fluxes of atmospheric N_2 resulting in N fixation by legumes.

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

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

Der Aufbau des Gesamtprogramms folgt der Gliederung des Handbuchs von EMEP/CORINAIR (2002 ff). Dabei werden Stoffflüsse entsprechend Figure 3.1 quantifiziert.

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

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

Flüsse in diese Subsysteme von außerhalb erfolgen mit Futtermitteln, Einstreu (z.B. Sägemehl), Mineraldüngern, importierten Wirtschaftsdüngern, aber auch auf natürliche Weise aus der Luft (z.B. N_2 -Flüsse bei der N-Fixierung durch Leguminosen).

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

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

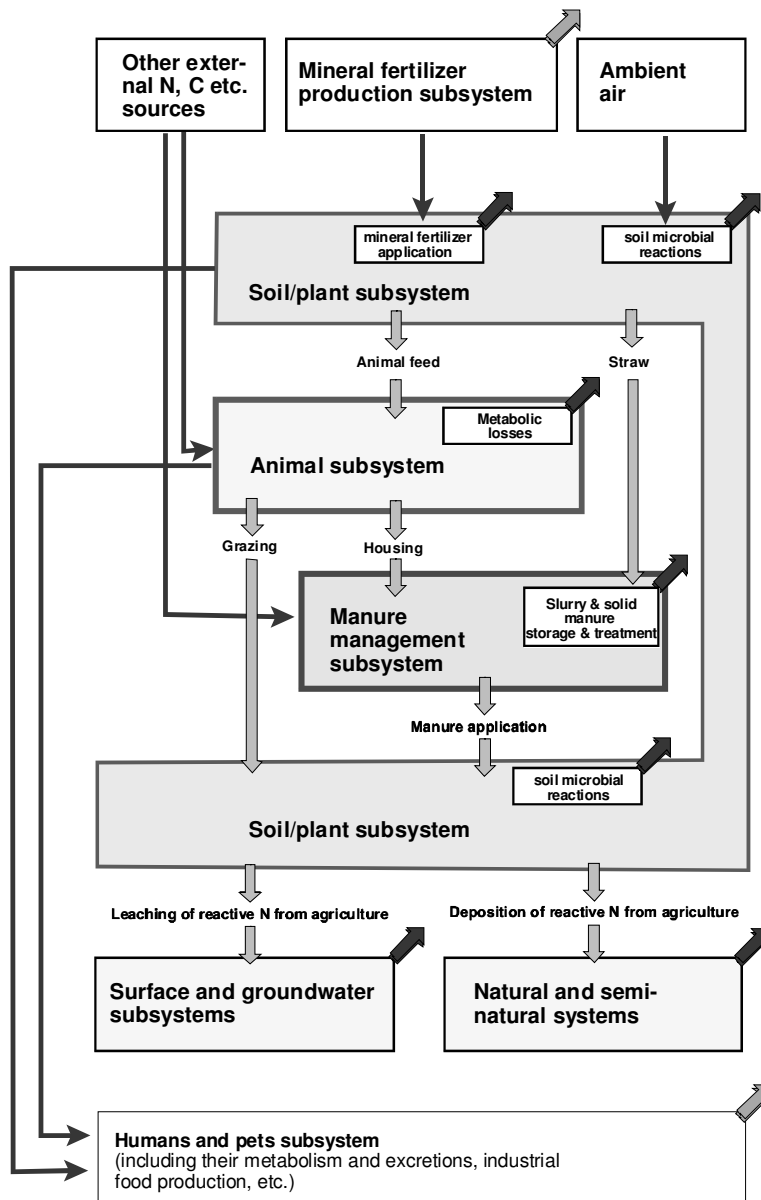


Figure 3.1: Mass flow in agriculture, EMEP/CORINAIR Guidebook Chapter 10
Narrow black arrows: mass flow between external sources and sinks and the agricultural subsystems; sloping broad black arrows: emissions to the atmosphere. Vertical broad grey arrows: fluxes between agricultural subsystems. Sloping broad grey arrows: emissions not accounted for as agricultural emissions (Dämmgen et al., 2003).

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

For each type of emitter (e.g. emissions from cultures with fertilisers, dairy cows, turkeys) a calculation workbook (EXCEL® file) containing a title sheet, one input sheet for activity data and their frequency distributions, one input sheet for emission factors and expert information, one output sheet compiling the results and one or several calculation sheets are provided. In addition, sheets are added for supplementary calculations and comments.

Für jeden Emittententyp (z.B. Emissionen aus gedüngten Kulturen, Milchkühe, Puten) wird eine Rechen- oder Arbeitsmappe (EXCEL®-Datei) mit einem Titelblatt, einem Eingabeblatt für Aktivitätsgrößen bzw. deren Häufigkeitsverteilungen, einem Eingabeblatt für Emissionsfaktoren bzw. den Expertenschätzungen, die ihnen zugrunde liegen, einem zusammenfassenden Ausgabenblatt und einem oder mehreren Rechenblättern angelegt. Zusätzlich sind ein Blatt für Nebenrechnungen und ein Blatt für Kommentare bei-

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

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

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

The input sheet **X_freq** contains the cells for the input of the respective national or regional statistical data which *vary with time*, their transformation or assembly to SNAP¹¹ categories. Wherever frequency distributions must add up to 100 %, a control cell indicates errors in the data input. Data are input into sheet X_freq by a macro which reads the respective data from the sheet X_Kreise (see below).

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

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

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

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

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

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

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

The sheet **X_Ergebnis** collates the **results obtained for the various districts** and allows for the calculation of **aggregated data** for the Federal States and Germany as a whole.

gefügt.

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

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

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

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

Das **Eingabeblatt X_exp** enthält die Daten zur Berechnung von Emissionsfaktoren oder -funktionen *zeitlich konstant* sowie die relevanten Emissionsfaktoren (einfache und detaillierte Methode).

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

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

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

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

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

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

Auf dem Tabellenblatt **X_Ergebnis** werden die **berechneten Größen** für die einzelnen Kreise zusammenggeführt. Zusätzlich erfolgt die **Berechnung aggregierter Daten** für die Bundesländer und für Deutschland.

¹¹ SNAP: Selected Nomenclature for Air Pollutants (EMEP BNPA-1)

3.2 Energy in animal metabolism / Energien im tierischen Stoffwechsel

3.2.1 Definitions / Definitionen

The methodology for the assessment of emissions relies on the calculation of the energy and feed requirements of the animals and the actual feed composition. Basic relations and entities are illustrated in Figure 3.2.

Die Verfahren zur Berechnung der Emissionen beruhen auf den Berechnungen des Energie- und Futterbedarfs der Tiere und der tatsächlichen Futterzusammensetzung. Wichtige Zusammenhänge und Kenngrößen gehen aus Figure 3.2 hervor:

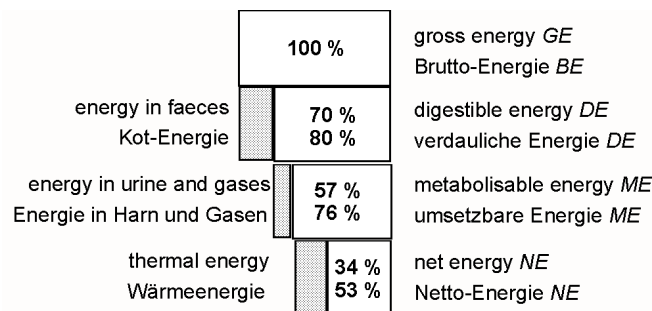


Figure 3.2: Energies considered in animal metabolism.

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

Digestibility and metabolisability are defined as follows:

Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit sind wie folgt definiert:

$$\text{digestibility (Verdaulichkeit, in MJ MJ}^{-1}\text{): } X_{DE} = q_E = \frac{DE}{GE} \quad (3.1)$$

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

where

<i>GE</i>	gross energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
<i>DE</i>	digestible energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
<i>ME</i>	metabolisable energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)

3.2.2 Energy requirements / Energiebedarf

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

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

3.2.2.1 Gross energy / Gesamtenergie

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

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

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

where

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

The single elements of this relation can be calculated using the relations described in the subsequent chapters. The fractions in braces ({}) are dealt with in Chapter 3.2.2.8.

Die Ermittlung der in dieser Gleichung auftretenden Terme wird in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben. Die Verhältnisse in Klammern ({}) werden in Kapitel 3.2.2.8 behandelt.

3.2.2.2 Net energy required for maintenance / Erhaltungsenergie

The net energy for maintenance is proportional to the metabolic animal weight (w_m) (see Chapter 2.2.4.4). For the description of some animal categories different constants are proposed. This inventory considers different factors for dairy cows, heifers and male beef cattle.

Die Erhaltungsenergie ist dem metabolischen Gewicht w_m (s. Kapitel 2.2.4.4) proportional. Zur Beschreibung einiger Tierkategorien werden unterschiedliche Konstanten vorgeschlagen. Dieses Inventar berücksichtigt unterschiedliche Faktoren für Milchkühe, Färsen und Mastbullen.

$$\text{dairy cows:} \quad NE_{m,dc} = c_{dc} \cdot w_{m,dc} \quad (3.4)$$

$$\text{heifers:} \quad NE_{m,bf} = c_{bf} \cdot w_{m,bf} \quad (3.5)$$

$$\text{bulls:} \quad NE_{m,bm} = c_{bm} \cdot w_{m,bm} \quad (3.6)$$

where

NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
c_{dc}	constant for dairy cattle ($c_{dc} = 0.293 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$, GfE (2001), pg. 20)
c_{bf}	constant for heifers ($c_{bf} = 0.322 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$, IPCC(2006)-10.16, Table 10.4)
c_{bm}	constant for bulls ($c_{bm} = 0.370 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$, IPCC(2006)-10.16, Table 10.4)
$w_{m,dc}$	metabolic animal weight of dairy cattle (in kg pl ⁻¹) ¹²
$w_{m,bf}$	etc.

For the other animal categories the energy requirements are calculated in a different approach (e.g. suckler cows or pigs) or not calculated at all (e.g. sheep).

Bei den anderen Tierkategorien wird der Energiebedarf entweder anders (z.B. Mutterkühe oder Schweine) oder nicht berechnet (z.B. Schafe).

¹² IPCC(2006)-10.17 refers to „animals in the population” which is equivalent to animal places (see IPCC(2006)-10.8). Hence, the unit of the metabolic weight is kg pl⁻¹.

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

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

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

$$NE_f = \left(c_{\text{house}} \cdot \left(1 - \frac{\tau_{\text{pasture}}}{\alpha} \right) + c_{\text{pasture}} \cdot \frac{\tau_{\text{pasture}}}{\alpha} \right) \cdot NE_m \quad (3.7)$$

where

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

3.2.2.4 Net energy for lactation / Laktationsenergie

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

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

$$NE_l = y_m \cdot (c_{\text{lac } 1} + c_{\text{lac } 2} \cdot x_{\text{fat}} + c_{\text{lac } 3} \cdot x_{\text{XP}}) \quad (3.8)$$

where

NE_l	net energy for lactation (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
y_m	daily milk yield (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
$c_{\text{lac } 1}$	constant ($c_{\text{lac } 1} = 0.95$ MJ kg ⁻¹)
$c_{\text{lac } 2}$	coefficient ($c_{\text{lac } 2} = 0.38$ MJ kg ⁻¹)
x_{fat}	mass fraction of fat (in kg kg ⁻¹)
$c_{\text{lac } 3}$	coefficient ($c_{\text{lac } 3} = 0.21$ MJ kg ⁻¹)
x_{XP}	mass fraction of protein (in kg kg ⁻¹)

3.2.2.5 Net energy required for draft power / Leistung für Zugarbeiten

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

In Deutschland werden von den hier berücksichtigten Tieren keine Zugleistungen erbracht: $NE_d = 0$.

3.2.2.6 Net energy required for pregnancy / Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit

Net energy for pregnancy may be expressed as:

Der Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit kann über folgende Beziehung berechnet werden:

$$NE_p = c_{\text{preg}} \cdot NE_m \quad (3.9)$$

where

NE_p	net energy required for pregnancy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
c_{preg}	coefficient for pregnancy ($c_{\text{preg}} = 0.10$; IPCC(2006)-10.20, Table 10.7)
NE_m	net energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹), s. Chapter 3.2.2.2

3.2.2.7 Net energy required for growth / Nettoenergiebedarf für Wachstum

According to IPCC(2006)-10.17, eq. 10.6, the net

Nach IPCC(2006)-10.17, Gleichung 10.6, wird der

energy for growth both for dairy and for non-dairy cattle is expressed as

Nettoenergiebedarf für Wachstum sowohl bei Milchkühe als auch bei anderen Rinder wie folgt ausgedrückt:

$$NE_g = b_g \cdot \left(\frac{w}{c_g \cdot w_{fin}} \right)^{0.75} \cdot \left(\frac{\Delta w}{\Delta w_{unit}} \right)^{d_g} \quad (3.10)$$

where

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

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

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

$$NE_g = b_{NEg}^* \cdot \Delta w \quad (3.11)$$

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

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

The fractions in braces ({}) in the GE equation (Chapter 3.2.2) are calculated as follows (IPCC(2006)-10.20, eq. 10.14; IPCC(2006)-10.21, eq. 10.15):

Die Verhältnisse, die in der GE-Gleichung (Kapitel 3.2.2) in geschweiften Klammern ({}) angegeben sind, werden wie folgt berechnet (IPCC(2006)-10.20, eq. 10.14; IPCC(2006)-10.21, eq. 10.15):

$$\left\{ \frac{NE}{DE} \right\} = 1.123 - 0.4092 \cdot X_{DE} + 0.1126 \cdot X_{DE}^2 - \frac{0.254}{X_{DE}} \quad (3.12)$$

$$\left\{ \frac{NE_g}{DE} \right\} = 1.164 + 0.516 \cdot X_{DE} + 0.1308 \cdot X_{DE}^2 - \frac{0.374}{X_{DE}} \quad (3.13)$$

where

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

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

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

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

3.3.1 General Procedure / Allgemeine Vorgehensweise

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

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

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

3.3.2.1 Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

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

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

The calculations make use of the following equation:

$$E_{\text{CH}_4, \text{ent}, i} = n_i \cdot EF_{\text{CH}_4, \text{ent}, i} \quad (3.14)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{ent}, i}$	methane emission (enteric fermentation) for animal subcategory i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
n_i	number of animals in subcategory i (in pl)
$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}, i}$	default emission factor for animal subcategory i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)

3.3.2.2 Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

The Tier 2 methodology makes use of the basic equation given in Chapter 3.3.2.1, where the default emission factor is replaced with an emission factor based on national data for energy requirements.

The following relation is used to assess emission factors:

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}, i} = GE_i \cdot \frac{x_{\text{CH}_4, i} \cdot \alpha}{\eta_{\text{CH}_4}} \quad (3.15)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{ent}, i}$	methane emission (enteric fermentation) for animal subcategory i (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_i	gross energy intake in animal subcategory i (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$x_{\text{CH}_4, i}$	methane conversion rate for animal subcategory i (in MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ (kg CH}_4\text{)}^{-1}$)

Details are described in the respective chapters.

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

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

Die Berechnungen beruhen auf der Anwendung der folgenden Gleichung:

Das Stufe-2-Verfahren nutzt die in Kapitel 3.3.2.1 angegebene Gleichung, ersetzt den Default-Wert des Emissionsfaktors aber durch eine Berechnung mit Hilfe nationaler Werte des Gesamt-Energiebedarfs.

Die folgende Beziehung wird zur Berechnung der Emissionsfaktoren genutzt:

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

3.3.2.3 Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

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

Again, details are described in the respective chapters.

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

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

3.4 Carbon in manure management / Kohlenstoff im Wirtschaftsdünger-Management

3.4.1 Carbon excretions / Kohlenstoff-Ausscheidungen

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

A comprehensive treatment presupposes the knowledge of the amount of "volatile solids" (VS) excreted. Volatile solids comprise the organic material in livestock manure that is oxidised at 800 °C. The respective equation is:

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

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

$$DM = VS + m_{\text{ash}} \quad (3.16)$$

where

DM	dry matter excreted (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
VS	volatile solids excreted (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
m_{ash}	amount of ash contained in excretions (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)

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

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

$$VS = GE \cdot \frac{1}{c_E} \cdot (1 - X_{DE}) \cdot (1 - x_{\text{ash}}) \quad (3.17)$$

where

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

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

The flow of carbon in animal husbandry is illustrated in Figure 3.3. In principle, this drawing depicts the mass flow as it is treated in GAS-EM. At present, inputs into the system with excreta and straw are covered. No differentiation between readily degradable and recalcitrant carbon is made. Slurry based and straw based systems are considered with their typical storage facilities. Various forms of slurry treatment may be calculated. Treated slurry has properties which differ from untreated slurry. This affects emissions

Der Kohlenstoff-Fluss in der Tierproduktion, ist in Figure 3.3 dargestellt, wie er in GAS-EM behandelt wird. Zurzeit werden die Einträge mit Ausscheidungen und Stroh berücksichtigt. Zwischen leicht umsetzbarem und recalcitrantem Kohlenstoff wird nicht unterschieden. Gülle- und strohgebundene Systeme werden mit ihren typischen Lagerformen betrachtet. Verschiedene Arten der Güllebehandlung können gerechnet werden. Eigenschaften behandelter Gülle weichen von denen unbehandelte Gülle ab, mit der

from spreading, in particular of NH_3 .

At present, only emissions of CH_4 and NMVOC are dealt with. Without the simultaneous consideration of CO_2 losses, this mass flow cannot be balanced. Carbon inputs into soil cannot be quantified. However, the present reporting requirements do not demand balancing, nor the assessment of CO_2 emissions.

Folge veränderter Emissionen beim Ausbringen (insbesondere NH_3 -Emissionen).

Derzeit werden nur die Emissionen von CH_4 und NMVOC berechnet. Ohne die gleichzeitige Betrachtung der CO_2 -Verluste ist der gewählte Ansatz nicht bilanzfähig. Kohlenstoff-Einträge in den Boden können nicht berechnet werden. Gegenwärtig sind aber weder Stoffbilanzen noch CO_2 -Emissionen Teil der Berichtspflichten.

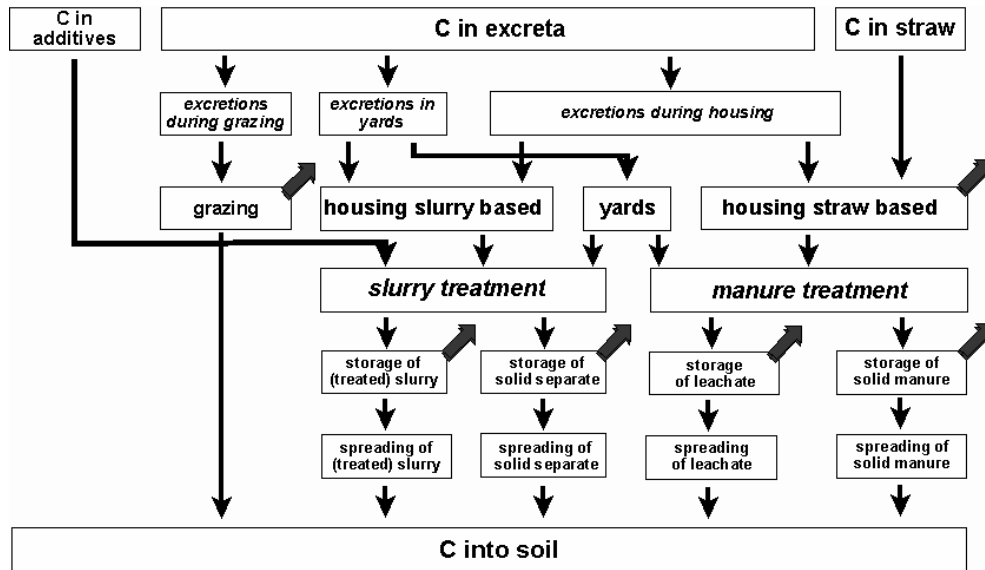


Figure 3.3: Carbon pools and pathways considered in the calculation files. Vertical black arrows indicate the fluxes between pools, slant broad arrows the respective CH_4 emissions.

3.4.3 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

3.4.3.1 General Procedure / Allgemeine Vorgehensweise

According to IPCC(2006)-10.3, three tiers may be used for the calculations. All three are based on the following equation:

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM}, i} = n_i \cdot EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, i} \quad (3.18)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{MM}, i}$	CH_4 emission from manure management of animal category i (in $\text{kg a}^{-1} \text{CH}_4$)
n_i	number of animal places (in pl)
$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, i}$	emission factor for methane from manure management for animal category i (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)

Methane emissions also originate from the fermentation of straw used as bedding that is incorporated into solid manures.

IPCC reflects this in its Tier 2 approach (IPCC, 2006-10.41) indicating that methane emissions from

Nach IPCC (2006)-10.37ff stehen für die Berechnung drei Stufen zur Verfügung, die alle von der nachfolgenden Grundgleichung ausgehen.

Methan-Emissionen entstehen ebenfalls bei der Vergärung von Stroh, das als Einstreu in den Festmist gelangt.

IPCC geht hierauf nur im Stufe-2-Verfahren ein (IPCC, 2006-10.41), wobei festgestellt wird, dass

bedding are not taken into account. The reason given is that these do not contribute significantly to the overall emissions.

Up to now, Germany considered the amounts of VS imported with bedding material as source (see Dämmgen et al., 2009a). However, this was postponed until an internationally accepted methodology for the treatment of straw is agreed upon. The IPCC methodology without consideration of bedding material is applied in order to guarantee international compatibility.

The IPCC methodologies are described in the following chapters.

3.4.3.2 Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

The Tier 1 methodology (IPCC(2006)-10.37) combines animal numbers with default emission factors to obtain emissions. Energy and nutrient requirements are not taken into account.

3.4.3.3 Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

In the Tier 2 methodology (IPCC(2006)-10.41), the emission factor $EF_{CH_4, MM, i}$ reflects national standard values for VS excretions, VS inputs with straw, and methane conversion factors:

$$EF_{CH_4, MM, i} = VS_i \cdot \alpha \cdot B_{o, i} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_i \quad (3.19)$$

where

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

3.4.3.4 Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

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

The emission factor $EF_{CH_4, MM, i}$ is defined by:

$$EF_{CH_4, MM, i} = VS_i \cdot \alpha \cdot B_{o, i} \cdot \rho_{CH_4} \cdot \sum_{jk} MCF_{i, j, k} \cdot MS_{i, j} \quad (3.20)$$

where

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

Methan-Emissionen aus Einstreu nicht berücksichtigt werden. Als Begründung wird angeführt, dass sie nicht signifikant zur Gesamtemission beitragen.

Deutschland verfolgte bisher den Ansatz, die mit der Einstreu eingebrachten VS-Mengen zu berücksichtigen (s. z. B. Dämmgen et al., 2009a). Bis zur Entwicklung einer international konsensfähigen Methode werden ab diesem Inventar jedoch die vorgegebenen IPCC-Verfahren ohne Einstreu angewendet, um eine bessere Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen anderer Staaten herzustellen.

Die IPCC-Methoden werden nachstehend beschrieben.

Das Stufe-1-Verfahren (IPCC(2006)-10.37) kombiniert zur Berechnung von Emissionen Tierzahlen mit default-Emissionsfaktoren ohne Berücksichtigung des Energie- bzw. Nährstoff-Bedarfs.

Im Stufe-2-Verfahren (IPCC(2006)-10.41) beruht der Emissionsfaktor $EF_{CH_4, MM, i}$ auf nationalen Standardwerten für VS-Ausscheidungen, VS-Einträgen durch Stroh und Methan-Umwandlungsfaktoren:

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

Für den Emissionsfaktor $EF_{CH_4, MM, i}$ gilt:

ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{\text{CH}_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
$MCF_{i,j,k}$	methane conversion factors for manure management system j and climate region k (in kg kg^{-1})
$MS_{i,j}$	fraction of animal category i whose manure is handled in a system j (in pl pl^{-1})

Methane conversion factors MCF are temperature dependent. Figure 17.1 (Chapter 17.1.2) illustrates that Germany has to be considered a cold region: annual mean temperatures in general fall below 12 °C.

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

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

Die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF sind temperaturabhängig. Figure 17.1 (Kapitel 17.1.2) zeigt, dass Deutschland zu den kalten Gebieten zählt: Die Jahresmitteltemperatur liegt generell unter 12 °C.

Die Temperaturen werden als Jahresmittel für jeden Landkreis verwendet.

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

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

According to Hobbs et al. (2004), NMVOC emissions are related to ammonia emissions. They consider the following assumptions:

- emissions from grazing and housed livestock are the same as those determined from a stored manure surface
- aging waste has a similar reduction in emission rates of NMVOCs to that of ammonia.
- emissions of ammonia, NMVOCs and odours from manure are a result of decay processes of organic matter
- stored solid manure has similar ammonia and NMVOC emissions to those of liquid manure.

The measurements to establish a ratio between NH_3 and single NMVOC species were carried out using fresh slurry. Thus the ratio deduced includes emissions from all emitting surfaces.

It is assumed that the emissions of NH_3 and NMVOC species are proportional:

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

where

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

It should be kept in mind that this approach is only producing an estimate of the order of magnitude of NMVOC emissions.

The emission factors are given in Chapters 4.2.5, 5.2.5, 6.2.4, and 9.2.1.

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

Die NMVOC-Emissionen werden nach Hobbs et al. (2004) proportional zu den Ammoniak-Emissionen berechnet:

- Emissionen aus der Weidehaltung werden wie Emissionen aus der Festmistlagerung angesehen
- Alternder Wirtschaftsdünger weist eine ähnliche Verringerung der NMVOC-Emissionsraten wie Ammoniak
- Emissionen von Ammoniak, NMVOC und Gerüchen rühren von den gleicher Zersetzungs-vorgängen her
- Festmist hat ähnliche Ammoniak- und NMVOC-Emissionen wie Gülle

Die Messungen zur Ableitung einer Beziehung zwischen NH_3 und NMVOC-Spezies wurden an frischer Gülle durchgeführt. Das erhaltene Verhältnis schließt alle emittierenden Oberflächen ein.

Es wird angenommen, dass die Emissionen von NH_3 denen der NMVOC-Spezies proportional sind.

Es sollte stets berücksichtigt werden, dass das Verfahren lediglich eine Schätzung der Größenordnung der NMVOC-Emissionen erlaubt.

Die Emissionsfaktoren finden sich in den Kapiteln 4.2.5, 5.2.5, 6.2.4 und 9.2.1.

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

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

At present, a comprehensive mass flow treatment of carbon is impossible due to the lack of an adequate method for the assessment of CO₂ emissions from manure management.

Eine umfassende C-Stofffluss-Betrachtung ist derzeit nicht möglich, da noch keine angemessenen Methoden verfügbar sind, um die CO₂-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zu erfassen.

3.5 Nitrogen in manure management / Stickstoff im Wirtschaftsdünger-Management

3.5.1 N excretions / N-Ausscheidungen

A simple mass balance yields N excretions as follows:

Aus der Massenbilanz ergibt sich für die N-Ausscheidung:

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

where

m_{excr}	amount of nitrogen in excreta (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{feed}	amount of nitrogen in feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_l	amount of nitrogen secreted with milk or eggs (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_g	amount of nitrogen retained in the animal (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_p	amount of nitrogen in offspring produced (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

The single terms are determined as follows:

Die Bilanzglieder werden wie folgt bestimmt:

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

where

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

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

or

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

where

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

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

where

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

$$m_p = w_{\text{offspring}} \cdot x_{N, \text{offspring}} \tag{3.27}$$

where

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

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

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

In Europe, this so-called mass flow approach is applied in Denmark, the United Kingdom, The Netherlands and Switzerland. Though the respective approaches reflect national peculiarities, a comparison of the national solutions showed identical results as long as standardised data sets for the input variables were used (Reidy et al., 2008).

According to Dämmgen and Hutchings (2008) the N flow within the manure management system is treated as depicted in Figure 3.4.

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

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

Das Massenfluss-Verfahren wird in Europa von Dänemark, Großbritannien, den Niederlanden und der Schweiz angewendet. Dabei berücksichtigen die einzelnen Verfahren nationale Gegebenheiten. Ein Vergleich der nationalen Lösungen hat ergeben, dass sie identische Ergebnisse erzeugen, wenn sie mit standardisierten Eingangs-Datensätzen berechnet werden (Reidy et al., 2008).

Der N-Fluss im Wirtschaftsdünger der Säugetiere wird nach Dämmgen und Hutchings (2008) wie in Figure 3.4 behandelt.

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

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

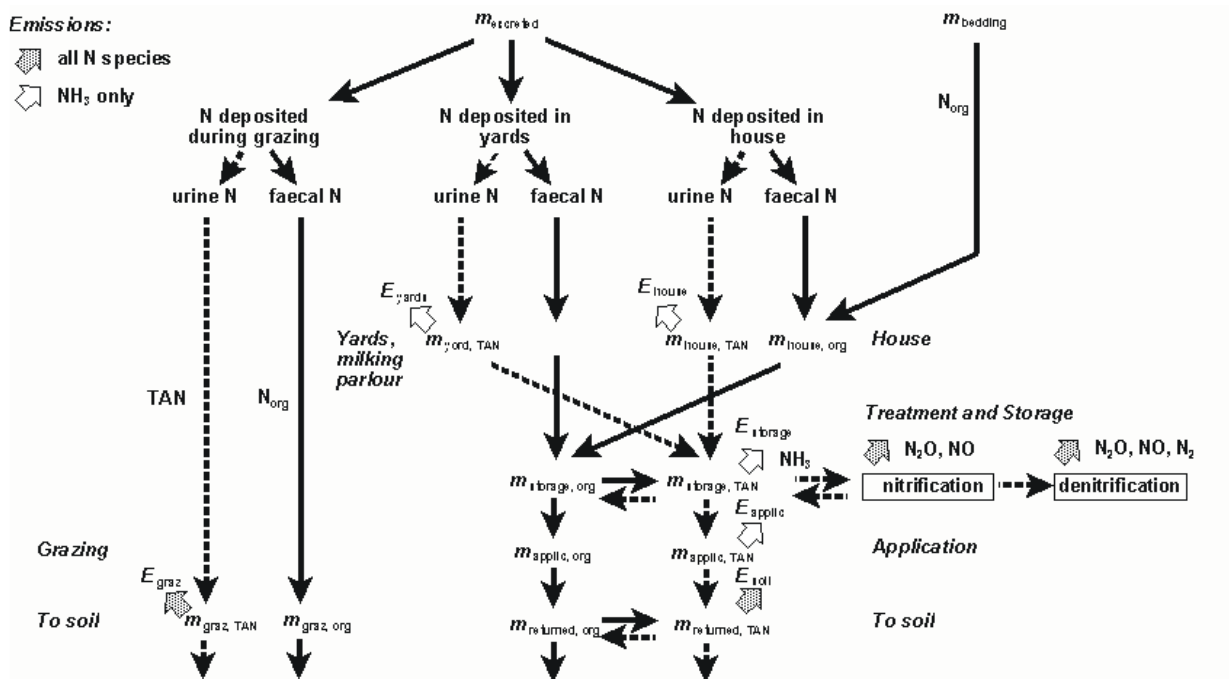


Figure 3.4: N flows in an animal subcategory. Mammals

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

Figure 3.4 allows for a tracing of the pathways of the two N fractions after excretion.

The various locations where excretion may take place are considered. The partial mass flows down to the input to soil are depicted. During storage both fractions react to form the respective other fraction. Both the way and the amount of such transformations may be influenced by manure treatment processes.

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

NH_3 emissions during grazing, from the animal house, during storage and spreading can then be calculated using the methodology provided by EMEP/CORINAIR. Emissions of N_2O , NO and N_2 may be quantified following the methodology proposed by IPCC(2006).

Figure 3.4 erlaubt es, die Wege der beiden N-Fraktionen nach ihrer Ausscheidung zu verfolgen.

Die unterschiedlichen Ausscheidungsorte werden berücksichtigt. Von dort wird der Teilstrom bis zum Eintrag in den Boden dargestellt. Im Lager treten (Netto-)Umwandlungen der Fraktionen in die jeweils andere auf. Art und Umfang der Umwandlungen werden bei einer Behandlung der Wirtschaftsdünger beeinflusst.

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

NH_3 -Emissionen auf der Weide, aus dem Stall, aus dem Lager und bei der Ausbringung können nach den Methoden von EMEP/CORINAIR berechnet werden, die Emissionen von N_2O , NO und N_2 können in Anlehnung an IPCC(2006) erfasst werden.

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

3.5.2.2.1 Tier 1 approach / Stufe-1-Verfahren

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

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

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

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

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

where

$E_{\text{NH}_3, \text{MM}, i}$	NH_3 emission from manure management of animal category i (in $\text{kg a}^{-1} \text{NH}_3$)
$EF_{\text{NH}_3, \text{MM}, i}$	emission factor for animal category i (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{NH}_3$)
n_i	number of animal places (in pl)
etc.	

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

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

Einzelheiten werden in den jeweiligen Kapiteln beschrieben.

3.5.2.2.2 Tier 2 approach / Stufe-2-Verfahren

Typically, the Tier 2 approach to assess emissions combines the Tier 1 emission equations with emission

Das Stufe-2-Verfahren kombiniert die Emissionsgleichungen des Stufe-1-Verfahrens mit Emissi-

factors which take national N excretion data and the national housing, storage and application details into account. For each animal category they establish one single national emission factor (analogue for N₂O, NO and N₂).

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

where

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

3.5.2.2.3 Tier 3 approach / Stufe-3-Verfahren

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

A method for estimating annual NH₃, N₂O, NO and N₂ emissions from a particular type of mammal using the N flow system is shown in Figure 3.4. This method reconciles the requirements of both the Atmospheric Emission Inventory Guidebook for NH₃ emissions and the IPCC for greenhouse gas emissions (Dämmgen and Hutchings, 2008).

The applied stepwise approach is as follows:

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

Step 2 is the calculation of the total annual excretion of N by the animals (see Chapter 3.5.1). The total N excretion consists of faecal and urine N.

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{faeces}} + m_{\text{urine}} \quad (3.33)$$

where

m_{excr}	amount of total nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{faeces}	amount of nitrogen excreted with faeces (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{urine}	amount of nitrogen excreted with urine (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

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

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

onsfaktoren, die aus nationalen Standardwerten für Ausscheidungen und unter Berücksichtigung der Halungsverfahren abgeleitet werden. Sie ergeben je Tierkategorie einen einzigen mittleren Emissionsfaktor, der proportional zur N-Ausscheidung ist (analog für N₂O, NO und N₂).

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

Das Verfahren ist in Figure 3.4 illustriert: Zur Berechnung der Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂ wird das angegebene Flussschema auf jede Säugetier-Kategorie angewendet. Dieses Verfahren berücksichtigt sowohl die Erfordernisse des Atmospheric Emission Inventory Guidebook für NH₃ als auch der IPCC Guidelines für die Treibhausgase (Dämmgen und Hutchings, 2008)

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

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

Schritt 2 besteht in der Ermittlung der N-Ausscheidung der Tiere (siehe Kapitel 3.5.1). Die ausgeschiedene N-Menge besteht aus Kot-N und Urin-N.

Die mit dem Kot ausgeschiedenen N-Mengen sind die in den nicht verdaulichen Bestandteilen des Futters vorhandenen. Deren Menge berechnet sich zu:

where

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

It is adequate to assume that X_{XP} equals the digestibility X_{DE} . Then, taking into account the explanations in Chapter 3.5.1, a formula for the amount of urine N excreted can be derived to relate the amount of urine N to the amount of N taken in with feed:

$$m_{\text{urine}} = X_{\text{DE}} \cdot m_{\text{feed}} - m_{\text{l}} - m_{\text{g}} - m_{\text{p}} \quad (3.35)$$

where

m_{urine}	amount of nitrogen excreted with urine (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{feed}	amount of nitrogen in feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{l}	amount of nitrogen secreted with milk (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{g}	amount of nitrogen retained in the animal (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{p}	amount of nitrogen in offspring produced (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

Due to the lack of input data it may be impossible to calculate the amount of faecal and urine N as described above. In this case the partitioning of the total N excreted into faecal and urine N is to be calculated by using a default TAN fraction as defined farther below.

The subsequent steps of the calculation method are based on the definition of three different nitrogen pools: N_{org} (organic nitrogen), TAN (total ammoniacal nitrogen) as well as the sum of N_{org} und TAN (N_{tot}).

For N excretions of mammals, N_{org} and TAN are identified with faecal and urine N, respectively.

In guter Nahrung ist X_{XP} gleich der Verdaulichkeit X_{DE} . Damit kann, unter Berücksichtigung der Ausfuhungen in Kapitel 3.5.1, die Urin-N-Menge mit Hilfe der mit dem Futter aufgenommenen N-Menge ausgedrückt werden:

Können Kot- und Urin-N-Menge mangels Eingangsdaten nicht in dieser Weise berechnet werden, erfolgt die Aufteilung der ausgeschiedenen Gesamt-N-Menge in Kot- und Urin-N mit Hilfe eines Standardwertes des weiter unten definierten relativen TAN-Gehaltes.

Dem weiteren Rechenverfahren liegen drei Stickstoff-Pools zugrunde: N_{org} (organischer Stickstoff), TAN (total ammoniacal nitrogen) sowie die Summe aus N_{org} und TAN (N_{tot}).

Bei den Ausscheidungen von Säugetieren wird N_{org} mit Kot-N und TAN mit Urin-N gleichgesetzt.

$$m_{\text{excr, org}} = m_{\text{faeces}} \quad (3.36)$$

$$m_{\text{excr, TAN}} = m_{\text{urine}} \quad (3.37)$$

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{excr, org}} + m_{\text{excr, TAN}} \quad (3.38)$$

where

$m_{\text{excr, org}}$	amount of organic nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{excr, TAN}}$	amount of TAN excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{faeces}	amount of nitrogen excreted with faeces (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{urine}	amount of nitrogen excreted with urine (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{excr}	amount of total nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

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

$$x_{\text{TAN}} = \frac{m_{\text{excr, TAN}}}{m_{\text{excr}}} \quad (3.39)$$

where

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

Damit ist der relative TAN-Gehalt x_{TAN} der Ausscheidungen wie folgt definiert:

Note that the new dairy cow model introduced in the inventory 2010 for 2008 takes into account nitrogen losses by skin and hair. These losses are added to the entity $m_{\text{excr, org}}$.

Step 3 is to calculate the amount of the annual N excreted that is deposited in the animal house, in yards and during grazing, based on the total annual excretion and the fractions of excreta deposited in these locations (x_{house} , x_{yards} and x_{graz} , respectively). These proportions depend on the fraction of the year the animals spend grazing, in yards and in the animal housing, and on animal behaviour.

$$m_{\text{graz}} = x_{\text{graz}} \cdot m_{\text{excr}} \quad (3.40)$$

$$m_{\text{yard}} = x_{\text{yard}} \cdot m_{\text{excr}} \quad (3.41)$$

$$m_{\text{house}} = x_{\text{house}} \cdot m_{\text{excr}} \quad (3.42)$$

where

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

Step 4 is to use the proportion of the N excreted that is in the TAN to calculate the amount of N readily convertible to ammonia and organic N deposited during grazing, in yards and in the animal house.

$$m_{\text{graz, org}} = (1 - x_{\text{TAN}}) \cdot m_{\text{graz}} \quad (3.43)$$

$$m_{\text{graz, TAN}} = x_{\text{TAN}} \cdot m_{\text{graz}} \quad (3.44)$$

$$m_{\text{yard, org}} = (1 - x_{\text{TAN}}) \cdot m_{\text{yard}} \quad (3.45)$$

$$m_{\text{yard, TAN}} = x_{\text{TAN}} \cdot m_{\text{yard}} \quad (3.46)$$

$$m_{\text{house, org}} = (1 - x_{\text{TAN}}) \cdot m_{\text{house}} \quad (3.47)$$

$$m_{\text{house, TAN}} = x_{\text{TAN}} \cdot m_{\text{house}} \quad (3.48)$$

where

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

Step 5 is to calculate the NH₃ losses from the animal house, E_{house} , by multiplying the amount of TAN $m_{\text{TAN, house}}$ with the emission factor EF_{house} :

$$E_{\text{house}} = m_{\text{TAN, house}} \cdot EF_{\text{house}} \quad (3.49)$$

Anmerkung: Ab dem Inventar 2010 für 2008 wird bei Milchkühen auch der mit Hautpartikeln und Haaren abgegebene Stickstoff berücksichtigt. Er wird der Größe $m_{\text{excr, org}}$ hinzugerechnet.

Schritt 3 umfasst die Berechnung derjenigen Mengen, die im Stall, auf befestigten Flächen oder während des Weidegangs ausgeschieden werden. Hierzu werden die Gesamtausscheidungen mit Anteilen x_{house} , x_{yards} bzw. x_{graz} multipliziert. Diese Anteile hängen davon ab, welche Zeitanteile die Tiere auf der Weide, den befestigten Flächen und im Stall verbrachten. Der Faktor ist verhaltensabhängig.

Schritt 4 berechnet mit dem TAN-Gehalt der N-Ausscheidungen den Gehalt an rasch in Ammoniak umwandelbaren Stickstoff und organischem N, die auf der Weide, den befestigten Flächen und im Stall abgesetzt werden.

Schritt 5 berechnet die NH₃-Verluste aus dem Stall, E_{house} , durch Multiplikation der TAN-Menge mit dem Emissionsfaktor für den Stall EF_{house} :

where

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

This procedure may include a reduction factor or function to assess the amount of NH₃ bound in a scrubber system used to remove NH₃ from ventilated air, etc. The NH₃ emission from the house may then be less than the amount of NH₃ released in the house.

Dieser Emissionsfaktor kann einen Minde-
 rungsfaktor bzw. eine –funktion für technische Maß-
 nahmen enthalten, z. B. ein Abluftreinigungssystem.
 Die NH₃-Freisetzung aus dem Stall kann dann gerin-
 ger als die NH₃-Freisetzung im Stall sein.

Step 6: For housing systems with bedding the bed-
 ding material is dealt with as straw and considered
 part of the nitrogen budget. (For the properties of
 straw see Chapter 3.6.)

In *Schritt 6:* Bei Haltungssystemen mit Einstreu
 wird die Einstreu als Stroh angesehen und in der N-
 Bilanz berücksichtigt. (Zu den Eigenschaften von
 Stroh siehe Kapitel 3.6.)

The amount of N contained in the bedding material
 (m_{bedding}) is considered N_{org} in straw.

Die in der Einstreu enthaltene N-Menge (m_{bedding})
 wird zunächst als N_{org} in Stroh berücksichtigt.

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

where

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

Es wird eine Mineralisierung von organischem
 Stroh-N zu TAN angenommen (zur Mineralisierungs-
 rate siehe Kapitel 3.6):

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

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

where

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

Step 7: The N excretions dropped in the house and
 in the yards are reduced by the amount of N emissions
 and then transferred to the storage. This is done ac-
 cording to the fractions of slurry-based and solid
 manure systems, which, for sake of simplicity, is not
 demonstrated here. Each storage systems is described
 as if it takes all the N input from housing and yards.

Schritt 7: Die N-Mengen aus dem Stall und von
 den befestigten Flächen gelangen, nach Abzug der
 dort emittierten N-Mengen, getrennt nach Flüssig-
 mist- und Festmistsystemen in die entsprechenden
 Lagersysteme. Der Einfachheit halber werden im
 Folgenden die beiden verschiedenen Systeme so be-
 schrieben, als wenn sie allein auftreten würden.

For *untreated slurry*, it is assumed that 10 % of
 the TAN entering storage is converted to N_{org} , while
 10% of the N_{org} entering storage is converted to TAN.

Für *unbehandelte Gülle* wird angenommen, dass
 von den in das Lager gelangenden TAN- und N_{org} -
 Fraktionen je 10 % in die jeweils andere Fraktion
 umgewandelt werden.

$$m_{\text{storage, org}} = (m_{\text{house, org}} + m_{\text{yard, org}}) \cdot (1 - 0.1) + [(m_{\text{house, TAN}} - E_{\text{house}}) + (m_{\text{yard, TAN}} - E_{\text{yard}})] \cdot 0.1 \quad (3.53)$$

$$m_{\text{storage, TAN}} = [(m_{\text{house, TAN}} - E_{\text{house}}) + (m_{\text{yard, TAN}} - E_{\text{yard}})] \cdot (1 - 0.1) + (m_{\text{house, org}} + m_{\text{yard, org}}) \cdot 0.1 \quad (3.54)$$

where

$m_{\text{storage, org}}$	the amount of organic N entering storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{house, org}}$	the amount of organic N that was dropped in the house (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{yard, org}}$	the amount of organic N that was dropped in the yards (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{house, TAN}}$	the amount of TAN that was dropped in the house (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
E_{house}	the amount of N emitted during housing (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$M_{\text{yard, TAN}}$	the amount of TAN that was dropped in the yards (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
E_{yard}	the amount of N emitted from the yards (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{storage, TAN}}$	amount of TAN in the storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

For *FYM storage* it is assumed that a certain fraction of the amount of TAN entering storage is immobilised to N_{org} . The immobilisation rate x_{imm} is 40 % (see Chapter 3.5.2.2.4).

Additionally, the N amount contributed by bedding material (i. e. straw) has to be taken into account.

Für das *Festmistlager* wird davon ausgegangen, dass ein Teil der in das Lager gelangenden TAN-Menge zu N_{org} immobilisiert wird. Die Immobilisierungsrate x_{imm} beträgt 40 % (siehe Kapitel 3.5.2.2.4).

Zusätzlich sind noch die N-Beiträge aus der als Stroh angenommenen Einstreu zu berücksichtigen.

$$m_{\text{storage, org}} = m_{\text{house, org}} + m_{\text{yard, org}} + [(m_{\text{house, TAN}} - E_{\text{house}}) + (m_{\text{yard, TAN}} - E_{\text{yard}})] \cdot x_{\text{imm}} + m_{\text{straw, org}} \quad (3.55)$$

$$m_{\text{storage, TAN}} = [(m_{\text{house, TAN}} - E_{\text{house}}) + (m_{\text{yard, TAN}} - E_{\text{yard}})] \cdot (1 - x_{\text{imm}}) + m_{\text{straw, TAN}} \quad (3.56)$$

where

$m_{\text{storage, org}}$	amount of organic nitrogen in the storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{house, org}}$	the amount of organic N that was dropped in the house (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{yard, org}}$	the amount of organic N that was dropped in the yards (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$m_{\text{house, TAN}}$	the amount of TAN that was dropped in the house (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
E_{house}	the amount of N emitted during housing (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$M_{\text{yard, TAN}}$	the amount of TAN that was dropped in the yards (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
E_{yard}	the amount of N emitted from the yards (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{imm}	rate of immobilisation (in kg kg ⁻¹)
$m_{\text{storage, TAN}}$	amount of TAN in the storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

Step 8 is to calculate the emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂ (using the respective emission factors):

Schritt 8 berechnet mit entsprechenden Emissionsfaktoren die Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂:

$$E_{\text{storage}} = E_{\text{storage, NH}_3} + E_{\text{storage, N}_2\text{O}} + E_{\text{storage, NO}} + E_{\text{storage, N}_2} \quad (3.57)$$

$$= m_{\text{storage, TAN}} \cdot (EF_{\text{storage, NH}_3} + EF_{\text{storage, N}_2\text{O}} + EF_{\text{storage, NO}} + EF_{\text{storage, N}_2})$$

where

E_{storage}	N emissions from storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$E_{\text{storage, NH}_3}$	NH ₃ emissions from storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
etc.	
$m_{\text{storage, TAN}}$	modified amount of TAN passed to the storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$EF_{\text{storage, NH}_3}$	NH ₃ emission factor for storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
etc.	

The emission factors for N₂O are taken from IPCC guidance documents (IPCC(2006)-10.62ff). They are related to the total N excreted (m_{excr}).

In practice, the N₂O emissions are calculated as suggested within IPCC(2006)-10.53 and then subtracted as $E_{\text{storage, N}_2\text{O}}$ from $m_{\text{storage, TAN}}$. However, this procedure applies separately to the various storage types, which requires to attribute fractions of $m_{\text{storage, org}}$ and $m_{\text{storage, TAN}}$ to the various storage sys-

Die N₂O-Emissionsfaktoren werden aus den IPCC-Richtlinien übernommen (IPCC(2006)-10.62ff). Sie beziehen sich auf ausgeschiedenes Gesamt-N (m_{excr}).

In der Praxis berechnet man die N₂O-Emission nach IPCC(2006)-10.53 und subtrahiert sie als $E_{\text{storage, N}_2\text{O}}$ von $m_{\text{storage, TAN}}$. Dies muss allerdings für die unterschiedlichen Lagerverfahren getrennt vorgenommen werden. Hierzu werden $m_{\text{storage, org}}$ und $m_{\text{storage, TAN}}$ entsprechend der relativen Häufigkeit der

tems according to their respective frequency.

Lagerverfahren auf diese aufgeteilt.

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

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

$$EF_{\text{storage, N2O}} = 10 EF_{\text{storage, NO}} = \frac{1}{3} \cdot EF_{\text{storage, N2}} \quad (3.58)$$

where

$EF_{\text{storage, N2O}}$ N₂O emission factor for storage (in kg pl⁻¹ a⁻¹)
 etc.

However, it may happen that the sum of the emission factors in Equation (3.52) exceeds 1. All TAN is then consumed during storage and all emission factors have to be reduced linearly (as shown for $EF_{\text{NH}_3, \text{storage}}$ * etc.) to satisfy the constraint that the sum of emission factors must not exceed 1:

Dabei kann es geschehen, dass die Summe der Emissionsfaktoren in Gleichung (3.52) den Wert 1 überschreitet. Mehr TAN als im Lager vorhanden kann aber nicht „aufgebraucht“ werden. Daher müssen die Emissionsfaktoren linear reduziert werden, wie nachstehend am Beispiel von $EF_{\text{NH}_3, \text{storage}}$ * gezeigt:

if $EF_{\text{storage, NH}_3} + EF_{\text{storage, N2O}} + EF_{\text{storage, NO}} + EF_{\text{storage, N2}} > 1$

then $EF_{\text{storage, NH}_3}^* = \frac{EF_{\text{storage, NH}_3}}{EF_{\text{storage, NH}_3} + EF_{\text{storage, N2O}} + EF_{\text{storage, NO}} + EF_{\text{storage, N2}}}$ (3.59)

where

$EF_{\text{storage, NH}_3}$ NH₃ emission factor for storage (in kg pl⁻¹ a⁻¹)
 etc.
 $EF_{\text{storage, NH}_3}^*$ corrected NH₃ emission factor for storage (in kg pl⁻¹ a⁻¹)

Step 9 is to calculate N_{org} and TAN that is applied to the field, remembering to subtract the emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂ from the storage:

Schritt 9 ermittelt unter Berücksichtigung von NH₃-, N₂O-, NO- und N₂-Emissionen aus dem Lager die zur Ausbringung gelangenden N_{org} und TAN-Mengen.

$$m_{\text{applic, org}} = m_{\text{storage, org}} \quad (3.60)$$

$$m_{\text{applic, TAN}} = m_{\text{storage, TAN}} - E_{\text{storage}} \quad (3.61)$$

where

$m_{\text{applic, org}}$ amount of organic nitrogen passed to application (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 $m_{\text{applic, TAN}}$ amount of TAN passed to application (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 E_{storage} total N emissions (NH₃, N₂O, NO and N₂) from storage (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)

Step 10 is to add up all nitrogen leaving the various storage systems and redistribute it to the different types of spreading according to the respective frequencies. The emission of NH₃ during and immediately after field application is calculated as follows (, for the emissionfactor see animal descriptions in Chapters 4 ff):

Schritt 10 fasst die aus den Lagersystemen zur Ausbringung kommenden N-Mengen zusammen und verteilt sie nach den gegebenen Häufigkeiten auf die verfügbaren Ausbringungstechniken. Die NH₃-Emissionen, die sich unmittelbar aus der Ausbringung ergeben, werden dann wie folgt berechnet (zum Emissionsfaktor siehe Tierbeschreibungen ab Kapitel 4):

$$E_{\text{applic, NH}_3} = m_{\text{applic, TAN}} \cdot EF_{\text{applic, NH}_3} \quad (3.62)$$

where

$E_{\text{applic, NH}_3}$ NH₃-N emissions from application (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 $m_{\text{applic, TAN}}$ amount of TAN passed to the application (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)

$EF_{\text{applic, NH}_3}$ $\text{NH}_3\text{-N}$ emission factor for application (in kg kg^{-1})

Step 11 is to calculate the amount of N returned to soil. The amount of N excreted on pasture is to be taken into account.

(The data used in the subsequent equation are needed for the calculation of emissions from soil, see Chapters 11.2, 12.2, 12.5.)

Im *Schritt 11* schließlich wird unter Berücksichtigung der auf der Weide ausgeschiedenen N-Menge die in den Boden gelangende N-Menge berechnet.

(Die in die nachfolgende Gleichung eingehenden Daten werden zur Berechnung von Emissionen aus dem Boden benötigt, siehe Kapitel 11.2, 12.2, 12.5.)

$$m_{\text{returned}} = m_{\text{applic, org}} + (m_{\text{applic, TAN}} - E_{\text{applic, NH}_3}) + m_{\text{graz}} \quad (3.63)$$

where

m_{returned}	total amount of nitrogen returned to soil (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{applic, org}}$	amount of organic nitrogen passed to application (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{applic, TAN}}$	amount of TAN passed to application (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$E_{\text{applic, NH}_3}$	$\text{NH}_3\text{-N}$ emissions from application (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{graz}	amount of nitrogen excreted during grazing (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

3.5.2.2.4 TAN and N_{org} : Data used in the inventory / TAN und N_{org} : Im Inventar verwendete Daten

According to expert judgement EAGER¹³ it is assumed that 40% of TAN in solid manure will be immobilized, if enough bedding material is available (which, for the inventory, is assumed to be the case). This immobilisation rate is in accordance with Kirchmann and Witter (1989) (cf also Webb and Misselbrook, 2004).

The N stored as *leachate* (“*Jauche*”) is 25 %, of which 90 % is TAN.

For *untreated slurry*, it is assumed that 10 % of the TAN entering storage is converted to N_{org} , while 10% of the N_{org} entering storage is converted to TAN.

During *slurry separation*, 10 % of TAN and 90 % of the organic fraction are assumed to be in the solid separate. During *slurry fermentation* 10 % of the N_{org} are assumed to be converted to TAN.

Nach Expertenurteil EAGER¹¹ wird für Festmist angenommen, dass 40 % des TAN immobilisiert werden, sofern ausreichend Einstreu vorhanden ist (was im Inventar als gegeben vorausgesetzt wird). Diese Immobilisierungsrate stimmt mit Kirchmann und Witter (1989) überein (vgl. auch Webb und Misselbrook, 2004).

Der Anteil des N in der *Jauche* beträgt 25 %; 90 % hiervon ist TAN.

Für *unbehandelte Gülle* wird angenommen, dass von den in das Lager gelangenden TAN- und N_{org} -Fraktionen je 10 % in die jeweils andere Fraktion umgewandelt werden.

Bei der *Gülettrennung* wurde angenommen, dass bei der Separierung 10 % des TAN und 90 % des org. N in den Feststoff gelangen. Bei der Vergärung werden 10 % des N_{org} in TAN umgewandelt.

3.5.3 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts input into the system depend on animal categories and housing systems and will be listed in the subsequent chapters. For the properties of straw see Chapter 3.6.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die damit in das System eingetragenen N-Mengen hängen von Tierart und Haltungsform und werden in den nachfolgenden Kapiteln angegeben. Für die Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Birds excrete N in the form of undigested organic N and in uric acid (uric acid nitrogen, UAN). The

Vögel scheiden N in Form von unverdaulichem organischen N und in Form von Harnsäure aus (uric acid

¹³ EAGER – European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.

latter is hydrolysed to form ammonium carbonate (see Dämmgen and Erisman, 2005). Thus, three fractions of N have to be traced, as shown in Figure 3.5.

nitrogen, UAN). Letztere hydrolysiert zu Ammoniumcarbonat (vgl. Dämmgen und Erisman, 2005). Es müssen also drei N Fraktionen im Massenfluss berücksichtigt werden. Figure 3.5 veranschaulicht dies.

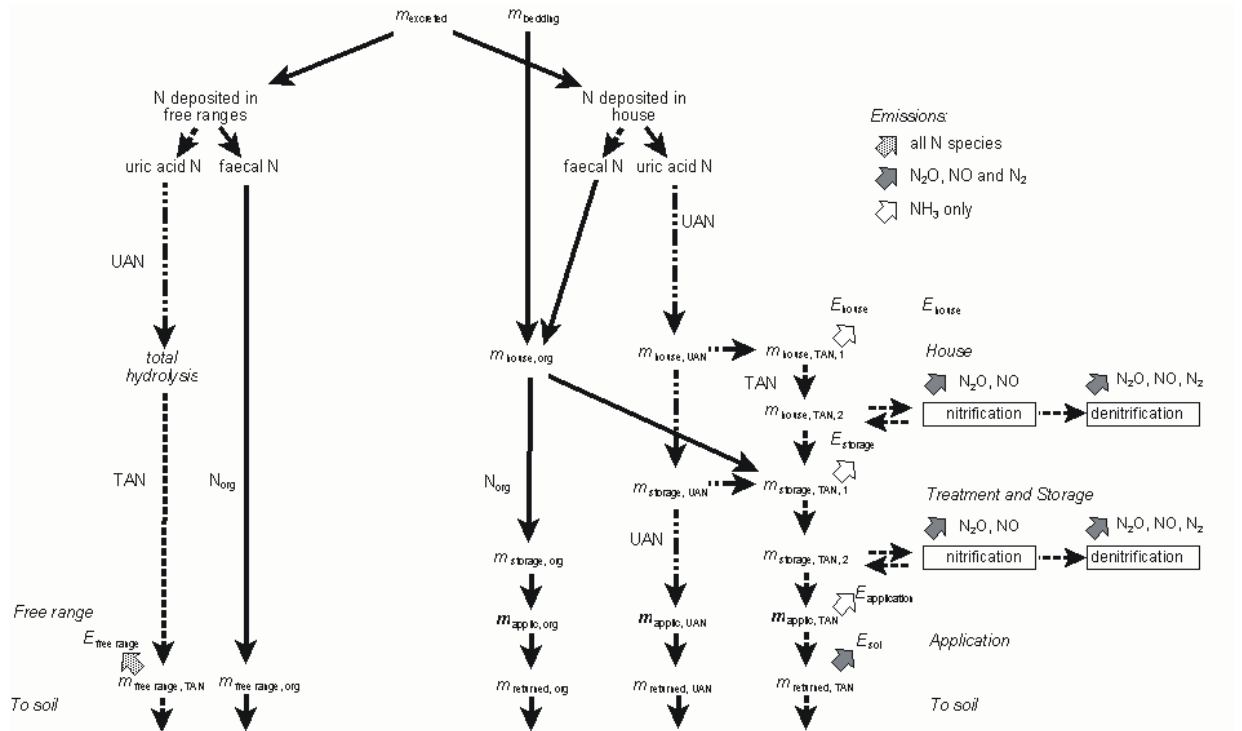


Figure 3.5: N flows in an animal subcategory. Birds

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

At present, a similar treatment of TAN as proposed for mammals is impossible for birds, as the hydrolysis of uric acid producing ammonium carbonate occurs outside the birds' bodies. In particular, it is difficult to model the influence of humidity on this process.

Hence, emission inventories still make use of mean potential TAN contents for their calculations which means that also the UAN excreted in the housing is completely considered to be TAN.

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

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

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

For straw based systems nitrogen and carbon inputs with straw are taken into account. The amounts input into the system depend on animal categories and hous-

Für Systeme mit Einstreu wird der Eintrag von Stickstoff und Kohlenstoff mit dem Stroh berücksichtigt. Die in das System eingetragenen Mengen hängen

ing systems (s. Chapter 4 and subsequent chapters).

For the emissions calculations, bedding is considered only for those animals that are not on pasture throughout the day.

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

All straw N is considered to be organic N, of which 50 % mineralise to TAN (see Chapter 3.5.2.2.3).

The ash content is 5 % of dry matter mass (Agriserve, 2009).

Experiments lead to the conclusion that the methane producing potential of straw $B_{o, \text{straw}}$ is of the same order of magnitude as for manure management of dairy cows, i.e. $0.245 \text{ m}^3 (\text{kg DM})^{-1}$ (B. Amon, private communication, and Amon et al., 2005).

von Tierart und Haltungsform ab (s. ab Kapitel 4).

Bei der Emissionsberechnung wird Einstreu nur für diejenigen Tiere berücksichtigt, die nicht ganztägig auf der Weide stehen.

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

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % zu TAN mineralisieren (siehe Kapitel 3.5.2.2.3).

Der Aschegehalt beträgt 5 Trockenmasse-Gewichtsprozent (Agriserve, 2009).

Experimente lassen darauf schließen, dass das Methan-Bildungspotential von Stroh $B_{o, \text{straw}}$ bei $0,245 \text{ m}^3 (\text{kg TS})^{-1}$ liegt. Es ist also von gleicher Größe wie für Wirtschaftsdünger bei Milchkühen. (B. Amon, Privatmitteilung, und Amon et al., 2005)

Table 3.1: Straw properties in animal husbandry

dry matter content (DM)	0.86	kg kg^{-1}
N in dry matter	0.0050	$\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$
of which TAN	50	%
mean ash content of cereal straw dry matter	0.05	kg kg^{-1}
maximum methane producing capacity $B_{o, \text{straw}}$	0.245	$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ DM}^{-1}$

Source: Faustzahlen (1993); KTBL (2005); Agriserve (2009); Amon et.al. (2005)

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

EMEP(2007)-B1100 gives only a procedure to establish a first estimate of particulate matter from animal husbandry. Thus, the calculations in this inventory are preliminary and serve to assess the order of magnitude. No uncertainty can be given for the emission factors (EMEP (2007)-B1100).

For grazing periods, particle emissions are considered to be negligible (EMEP (2007)-B1100-4). Calculations for PM_{10} and $\text{PM}_{2.5}$ emissions are made using the following equation:

EMEP(2007)-B1100 gibt lediglich ein Verfahren zu einer ersten Schätzung von Staub-Emissionen aus der Tierhaltung an. Die Darstellung in diesem Inventar ist deshalb vorläufig und dient der Feststellung der Größenordnung. Es können keine Unsicherheiten für die Emissionsfaktoren angegeben werden (EMEP (2007)-B1100).

Für Weidezeiten werden die Partikelemissionen als vernachlässigbar angesehen (EMEP (2007)-B1100-4). Die Berechnung nutzt folgende Beziehung für PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$:

$$E_{\text{PM}, i} = x_{\text{house}, i} \cdot \beta \cdot (x_{\text{slurry}, i} \cdot EF_{\text{slurry}, i} + x_{\text{solid}, i} \cdot EF_{\text{solid}, i}) \quad (3.64)$$

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

3.8 Data availability / Datenverfügbarkeit

3.8.1 Data gaps / Datenlücken

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

- Not for all the animal numbers and land use data needed a German national census is performed annually. Thus, data sets, which are missing, are replaced by the latest available data set for a preceding year. This also applies to frequency distributions for housing types etc. which were modelled with RAUMIS (Chapter 17.2) (Heinrichsmeyer et al., 1996) which were calculated at the FAL Institute for Rural Studies.
- Single data missing for rural districts due to data protection, i.e. animal numbers for a single animal category, result in missing emissions and emission factors for that district. However, these animal numbers are considered when calculating the respective Länder data, where the respective animal number totals are multiplied with the weighted mean of the emission factors derived from the rural districts.
- Missing data due to data protection for the city states (Berlin, Bremen, Hamburg) are considered to be zero in this inventory.

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

3.8.2 Uncertainties / Unsicherheiten

The description of uncertainties follows the guidance provided in IPCC (2000) "Quantifying Uncertainties in Practice" and "Quality Assurance and Quality Control" as well as EMEP (2004, gpg) "Good Practice Guidance for CLRTAP Emission Inventories", also the "Anleitung zur Durchführung eines Expert Judgement (Expertenschätzung) zur Unsicherheitsbestimmung" (Umweltbundesamt, Qualitätssicherungs-System Emissionen, unpublished typescript).

The uncertainties of specific partial emission factors, their amounts (as a rule related to an emitting source) and their frequency distributions are described and discussed in the respective chapters dealing with animal husbandry and plant roduction.

In contrast to partial emission factors, implied emission factors (IEF) relate emissions to animal heads or areas. The derivation of uncertainties of national emission factors is described in Chapter 15.

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

- Nicht alle benötigten Tierzahlen und Landnutzungsdaten werden in Deutschland jährlich erhoben. Für das hier vorgelegte Inventar wird deshalb jeweils die letzte verfügbare Information aus den Vorjahren eingesetzt. Dies trifft auch für die Verteilung der Haltungformen zu, wie sie mit dem deutschen Agrarsektormodell RAUMIS (Kapitel 17.2) (Heinrichsmeyer et al., 1996) am Institut für Ländliche Räume der FAL berechnet werden.
- Fehlen einzelne Daten auf Kreisebene aus Gründen des Datenschutzes, etwa Tierzahlen für eine Tierart, so lassen sich Emissionen und Emissionsfaktoren auf Kreisebene nicht berechnen. Die Tierzahlen werden allerdings auf Länderebene berücksichtigt und dann mit mittleren gewichteten Emissionsfaktoren für das entsprechende Land verrechnet.
- Tauchen aus Datenschutzgründen Lücken bei den Statistiken der Stadtstaaten auf, so werden die Werte als Nullen angesehen.

Hiervon abweichende Verfahren werden in den nachfolgenden Kapiteln unter „Schließen von Datenlücken“ beschrieben.

Die Beschreibung der Unsicherheiten der Emissionsberechnungen orientiert sich an IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ und „Quality Assurance and Quality Control“, und EMEP (2004, gpg) „Good Practice Guidance for CLRTAP Emission Inventories“ sowie an der „Anleitung zur Durchführung eines Expert Judgement (Expertenschätzung) zur Unsicherheitsbestimmung“ (Umweltbundesamt, Qualitätssicherungs-System Emissionen, unveröffentlichtes Typskript).

Angaben zu Unsicherheiten (Betrag und Verteilungstyp) von partiellen Emissionsfaktoren, die sich i. d. R. auf die Menge des emittierenden Stoffes beziehen, finden sich in den Kapiteln zur Tierhaltung und zum Boden/Pflanze-Bereich.

Im Gegensatz zu partiellen Emissionsfaktoren beschreiben effektive Emissionsfaktoren (IEF für „Implied Emission Factor“) eine Gesamtemission pro Tier oder pro Flächeneinheit. Auf die Unsicherheiten der nationalen IEF geht Kapitel 15 ein..

3.8.3 *Projections / Projektionen*

Since the inventory submitted in 2009 for 2007 (Dämmgen et al., 2009a), projections have been reported. The respective calculations are based on predictions made in the Institute of Rural Affairs of vTI (Osterburg and Dämmgen, 2009). Predictions were limited to the years 2010 and 2020. A separate prediction for 2015 was not made.

Seit dem Inventar 2009 für 2007 (Dämmgen et al., 2009a) werden auch Projektionen berechnet. Diese Berechnungen basieren auf Annahmen, die vom Institut für ländliche Räume des vTI erstellt wurden (Osterburg und Dämmgen, 2009). Die Projektionsberechnungen beschränkten sich auf die beiden Jahre 2010 und 2020. Eine Berechnung für 2015 erfolgte nicht.

4 Cattle / Rinder

4.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

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

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

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

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

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

Das detaillierte Verfahren ist auch hier anzuwenden. Die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist daher zu disaggregieren. Die Einteilung der „übrigen Rinder“ in der deutschen Tierzählung, deren Aufteilung und Aggregation zum Zwecke der Emissionsberechnung sowie typische Eigenschaften gehen aus Table 4.1 hervor. Zu Details siehe die nachfolgenden Kapitel zu den im Inventar verwendeten Rinder-Unterkategorien.

Table 4.1: Cattle, categorisation and characterisation

Animal subcategories according to German census			Animal subcategories used in this inventory			
type	descriptor		type	category	weight 1	weight 2
A	Kälber unter ½ Jahr alt oder unter 220 kg LG	calves younger than 6 months or weighing less than 220 kg	ca	calves	38 kg an ⁻¹	100 kg an ⁻¹
			to bm and bf			
B	Jungvieh ½ bis unter 1 Jahr alt, männlich (Fresser)	young male cattle 6 months to 1 year	bm	male beef (bulls)	100 kg an ⁻¹	w _{fin, bm}
C	Jungvieh ½ bis unter 1 Jahr alt, weiblich (Fresser)	young female cattle 6 months to 1 year	bf	female beef (heifers)	100 kg an ⁻¹	w _{fin, bf}
D	Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt, männlich (Bullen)	young male cattle 1 to 2 years	to bm			
E	Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt weiblich zum Schlachten (Jungrinder)	young female cattle 1 to 2 years, for slaughtering	to bf			
F	Jungvieh 1 bis 2 Jahre weiblich, Nutz- und Zucht-tiere (Färsen)	young female cattle 1 to 2 years, for replacement	to bf			
G	Rinder 2 Jahre und älter, männlich	male cattle above 2 years	mm	mature males (bulls)	1000 kg an ⁻¹	
H	Rinder 2 Jahre und älter, weiblich, Schlachtfärsen	female cattle above 2 years, for slaughtering	to bf			
I	Rinder 2 Jahre und älter, weiblich, Nutz- und Zucht-färsen	female cattle above 2 years, for replacement	to bf			
J	Milchkühe	dairy cows	dc	dairy cows	w _{fin, bf}	w _{fin, dc}
K	Ammen und Mutterkühe	suckler cows	sc	suckler cows	650 kg an ⁻¹	
L	Schlacht- und Mastkühe	cows for fattening and slaughtering	to bf			

LG: Lebendgewicht (live weight); weight 1: weight at the beginning of the respective period, weight 2: weight at the end of the respective period; w: variable weight; fin: final

Table 4.1 illustrates that all animal subcategories for which weight gain is an important feature are included adequately with respect to their weights and age.

The animal numbers used and their derivation as well as the animal weights are explained in the respective subchapters of the subsequent animal category chapters.

Table 4.1 veranschaulicht, dass bei den Tierkategorien, bei denen die Gewichtszunahme eine Rolle spielt, alle Gewichtsbereiche und Lebensalter erfasst sind.

Die verwendeten Tierzahlen bzw. ihre Berechnung sowie die Tiergewichte werden in den entsprechenden Unterkapiteln der einzelnen Tierkategorien erläutert.

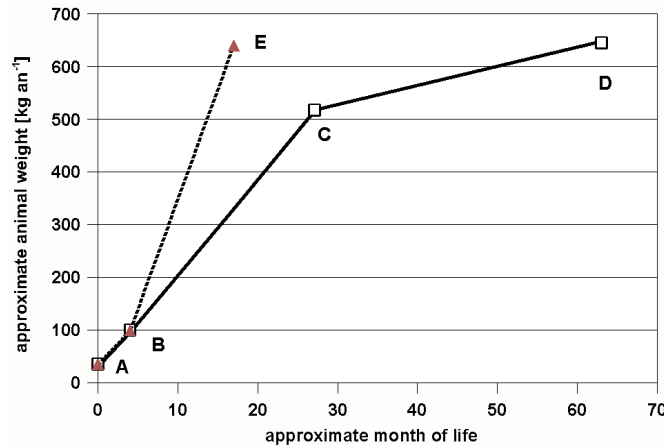


Figure 4.1: Cattle, scheme of animal weight development

A to B: calves. Start weight A and final weight B fixed by definition.
B to C: heifers. Weight C: slaughter weight.
C to D: dairy cattle. Weight D: slaughter weight of dairy cattle.
B to E: bulls (male beef cattle). Weight E: slaughter weight of bulls.

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

The N stored as *leachate* (“*Jauche*”) is 25 %, of which 90 % is TAN.

Der Anteil des N in der *Jauche* beträgt 25 %; 90 % hiervon ist TAN.

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

Calculations for bedded housing systems are based on the data in Chapter 3.5.3.

Bei Berechnungen für eingestreute Haltungssysteme wird Stroh wie in Kapitel 3.5.3 behandelt.

4.2.2 Emissions factors for storage / Emissionsfaktoren für die Lagerung

Partial emission factors “storage” for the N species to be considered are listed in Table 4.2 and Table 4.3. They are valid for all subcategories of cattle.

Partial NH₃ emission factors are based on data of Döhler et. al. (2002, pg. 62f). They were converted to TAN-related emission factors (see Dämmgen et. al. 2010a).

N₂O emission factors are used as provided by IPCC(2006)-10.62ff.

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“ für die betrachteten N-Spezies und alle Rinder-Kategorien sind in Table 4.2 und Table 4.3 angegeben.

Die partiellen NH₃-Emissionsfaktoren beruhen auf Daten von Döhler et. al. (2002, S. 62f). Sie wurden in auf TAN bezogene Emissionsfaktoren transformiert (vgl. Dämmgen et. al. 2010a).

Die Emissionsfaktoren für N₂O sind IPCC(2006)-10.62ff entnommen.

As with emissions from soils it was assumed that the NO emission factor $EF_{\text{storage, NO}}$ is one tenth of that of N₂O emissions $EF_{\text{storage, N2O}}$ and that N₂ emissions are approximately 3fold (Jarvis and Pain, 1994; see also Chapter 3.5.2.2.3). These emission factors are related to the sum of amount of nitrogen excreted and N input with bedding material.

Wie bei den Emissionen aus Böden wurde angenommen, dass der NO-Emissionsfaktor $EF_{\text{storage, NO}}$ gleich einem Zehntel des N₂O-Emissionsfaktors $EF_{\text{storage, N2O}}$ ist, und dass etwa das Dreifache an N₂ freigesetzt wird (Jarvis und Pain, 1994; siehe auch Kapitel 3.5.2.2.3). Diese Emissionsfaktoren beziehen sich die Summe aus ausgeschiedener N-Menge und N-Eintrag durch Einstreu.

Table 4.2: Cattle, partial emission factors for NH₃ from storage (related to TAN)

untreated slurry	open tank		<i>reference</i>	0.15 ^a	kg kg ⁻¹ N
	solid cover	(incl. tent structures)	<i>reduction</i>	90	%
	natural crust		<i>reduction</i>	70	%
	floating cover	chaff	<i>compared</i>	80	%
	floating cover	granules	<i>with</i>	85	%
	floating cover	plastic film	<i>reference</i> ^{b, c}	85	%
	underneath slatted floor			0.045 ^a	kg kg ⁻¹ N
leachate	solid cover		0.014 ^a	kg kg ⁻¹ N	
solid manure	heap		0.60 ^c	kg kg ⁻¹ N	

^a Source: see Dämmgen et al., 2010a

^b Source: Döhler et al. (2002), Table 3.14

^c Source: EMEP(2007)-B1090-37, Table 5F

Table 4.3: Cattle, partial emission factors for N₂O, NO, and N₂ from storage (related to N_{excr} + N_{straw})

N ₂ O emissions	slurry with natural crust	0.005	kg kg ⁻¹ N
	slurry without natural crust	0.000	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.005	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding, no mixing	0.01	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.002	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	slurry with natural crust	0.0005	kg kg ⁻¹ N
	slurry without natural crust	0.0000	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.0005	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding, no mixing	0.001	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.0002	kg kg ⁻¹ N
N ₂ emissions	slurry with natural crust	0.015	kg kg ⁻¹ N
	slurry without natural crust	0.0000	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.015	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding, no mixing	0.03	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.006	kg kg ⁻¹ N

Source: IPCC(2006)-10.62 ff; Jarvis and Pain (1994); for details see text.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

In most cases, the inventory makes use of a detailed methodology to derive VS and N excretion rates. In the mass flow approach used in any case it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on CH₄, NMVOC, NH₃, N₂, NO and N₂O emissions.

However, the application of both NH₃ and N₂O emission factors designed for non-mass flow calculations and based on the knowledge available in 1996 to a mass flow system reveals that in many cases emissions exceed the size of the TAN pools.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

In den meisten Fällen verwendet das Inventar eine detaillierte Methode zur Ableitung von VS- und N-Ausscheidungsraten. Das Massenfluss-Verfahren wird in jedem Fall benutzt. Dabei ist es wichtig, zwischen den einzelnen Stall- und Lagersystemen zu unterscheiden, weil sich beide auf die CH₄-, NMVOC-, NH₃-, N₂-, NO- und N₂O-Emissionen auswirken.

Dabei stößt jedoch die Anwendung von Emissionsfaktoren für NH₃ und N₂O, die auf der Basis des Wissens von 1996 und nicht für Massenfluss-Berechnungen entwickelt worden waren, auf Widersprüche: Die Anwendung dieser Faktoren führt in etlichen Fällen dazu, dass die Summe der Emissionen

When the mass flow methodology was established, partial emission factors for all N-species reflecting the state of knowledge were compiled.

For N₂O, IPCC 2006 partial emission factors were taken into account, as they can be assigned to the storage systems used in Germany (see also Amon et al., 2001).

For cattle, these emission factors allow for a differentiation between slurry stored with and without a natural crust cover in particular.

The mean N₂O emission factor is strongly depending on the emission factor chosen for solid storage. Here, the IPCC 1996 factor unduly extrapolates from the dry lot storage systems (0.02 kg kg⁻¹ N₂O) to straw based systems used in Germany, see comment in IPCC 2006, Table 10.21 (“Judgement of IPCC Expert Group in combination with Amon et al. (2001), which shows emissions ranging from 0.0027 to 0.01 kg N₂O-N (kg N)⁻¹.”)

To illustrate the effect of the differentiation in slurry storage with and without a natural crust and a high or low emission factor for solid storage, exemplary calculations were performed for dairy cows assuming a share of 50 % of natural crusts (which reflects the average situation in Germany):

dairy cows: mean N₂O emission factor using IPCC 2006

1990: 0.0049 kg kg⁻¹ N₂O
2008: 0.0045 kg kg⁻¹ N₂O

dairy cows: mean N₂O emission factor using IPCC 1996 with $EF_{\text{solid}} = 0.005 \text{ kg kg}^{-1}$

1990: 0.0020 kg kg⁻¹ N₂O
2008: 0.0016 kg kg⁻¹ N₂O

Application of the IPCC 1996 methodology modified as described above (using $EF_{\text{solid}} = 0.005 \text{ kg kg}^{-1}$ N₂O-N) yields lower N₂O emissions than the German methodology.

Uncertainty of emission factors

EMEP (2007)-B1090-19 gives an uncertainty of 30 % for NH₃ without referring to any details. A normal distribution is assumed.

Chapter 15.3.1 describes the estimation of the uncertainty of the emission factor for N₂O from manure management. The uncertainty amounts to 53 % (standard deviation). As this value appears to be too high for a normal distribution, an asymmetric distribution is assumed.

The calculation of the total uncertainty of the German agricultural greenhouse gas inventory (see Chapter 15.6) requires the uncertainty to be given as the interval between the upper boundary of the 95 % confidence interval and the emission factor used. Lacking better knowledge, this interval is assumed to

die verfügbaren TAN-Vorräte überschreitet.

Mit der Entwicklung der Massenfluss-Methode wurden deshalb die Emissionsfaktoren für alle N-Spezies aktualisiert. Für N₂O wurden hierbei die partiellen Emissionsfaktoren aus IPCC 2006 in Betracht gezogen, da sie die in Deutschland gebräuchlichen Lagertypen beschreiben (siehe auch Amon et al., 2001). Insbesondere erlauben sie in der Rinderhaltung die Beschreibung der Gülle-Lager mit und ohne natürliche Schwimmdecke.

Der mittlere N₂O-Emissionsfaktor ist stark von dem Emissionsfaktor für Festmist-Lagerung abhängig. Hier extrapoliert IPCC 1996 unangemessen von den dry-lot-Systemen (0,02 kg kg⁻¹ N₂O) auf die in Deutschland üblichen Systeme mit Stroh-Einstreu (siehe auch Kommentar der IPCC Expert Group in IPCC 2006, Table 10.21, in Verbindung mit Amon et al., 2001, die Emissionsfaktoren von 0,027 bis 0,01 kg kg⁻¹ N₂O-N (kg N)⁻¹ angeben).

Der Effekt der Differenzierung der Güllelagerung mit und ohne Schwimmdecke und eines hohen bzw. niedrigen Emissionsfaktors für Festmist wird anhand von Beispielrechnungen für Milchkühe deutlich. Angenommen wurde ein Anteil der Systeme mit Schwimmdecke von 50 % (entsprechend der mittleren Häufigkeit in Deutschland):

Milchkühe: mittlerer N₂O-Emissionsfaktor gemäß IPCC 2006

1990: 0,0049 kg kg⁻¹ N₂O
2008: 0,0045 kg kg⁻¹ N₂O

Milchkühe: mittlerer N₂O-Emissionsfaktor gemäß IPCC 1996 mit $EF_{\text{solid}} = 0,005 \text{ kg kg}^{-1}$

1990: 0,0020 kg kg⁻¹ N₂O
2008: 0,0016 kg kg⁻¹ N₂O

Die Anwendung der modifizierten IPCC-1996-Methode (mit $EF_{\text{solid}} = 0005 \text{ kg kg}^{-1}$ N₂O-N) führt zu geringeren N₂O-Emissionen als den mit der deutschen Methode berechneten.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP (2007)-B1090-19 gibt für NH₃ ohne weitere Einzelheiten eine Unsicherheit von 30 % an. Eine Normalverteilung wird angenommen.

Zur Schätzung der Unsicherheit des Emissionsfaktors für N₂O aus dem Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 15.3.1. Es ergibt sich ein Wert von 53 % (Standardabweichung). Die Höhe dieses Wertes legt nahe, dass es sich um eine asymmetrische Verteilung handelt.

Das in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (s. Kap. 15.6) eingehende Intervall zwischen der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles und dem verwendeten Emissionsfaktor wird mit 100 % des verwendeten Emissionsfaktors angesetzt, d. h. – mangels besserer Kenntnis

be 100 % of the emission factor used (which corresponds to the doubling of the standard deviation with a normal distribution), and the lower boundary of the 95 % confidence interval is assumed to be 50 % of the emission factor used.

Both NO and N₂ emission factors are derived from N₂O emission factors. The use of constant ratios results in additional uncertainties. However, as these additional uncertainties cannot be quantified, the N₂O is adopted for NO and N₂.

4.2.3 Emissions factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung

The following Tables provide the partial emission factors used in the inventory for the spreading of cattle manure (Döhler et al., 2002). The emission reduction percentages listed in these tables refer to the reference system “broad cast” at air temperatures of 15° C.

The viscosity of *liquid separate* is lower than of the respective untreated slurry.

For the reference spreading technique (broad spreading), a reduction of 50 % compared to untreated slurry is assumed.

The properties of *digested slurry* (increased pH, decreased viscosity) result in emission factors that are reduced in comparison with untreated slurry as long as incorporation is rapid. However, long exposition to the atmosphere before incorporation results in emission factors equal to those of untreated slurry (expert judgement Döhler, KTBL).

The emission factors for leachate (“*Jauche*”) (broadcasting) are 20 % for arable land and 30 % for grassland.

Leachate is assumed to be broadcast in equal shares on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate to TAN. All emission factors used for spreading relate to TAN. They are listed in Table 4.4 to Table 4.9.

in Anlehnung an die Normalverteilung – als rund das Zweifache der Standardabweichung. Die untere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles wird mangels besserer Kenntnis mit 50 % des verwendeten Emissionsfaktors angenommen.

Die NO- und N₂-Emissionsfaktoren leiten sich von den N₂O-Faktoren ab. Diese Ableitung beinhaltet weitere Unsicherheiten, die allerdings nicht quantifizierbar sind. Es wird daher die gleiche Unsicherheit wie für den N₂O-Emissionsfaktor angenommen.

Die nachfolgenden Tabellen beinhalten die im Inventar für Rinder eingesetzten partiellen Emissionsfaktoren für die Wirtschaftsdünger-Ausbringung (Döhler et al., 2002). Die Emissionsminderungen beziehen sich auf das Referenzsystem „Breitverteiler“ bei einer Lufttemperatur von 15° C.

Separierte Gülle weist eine geringere Viskosität auf als die ursprüngliche Gülle.

Für den Referenzfall (Ausbringung mit Breitverteiler) wird im Vergleich zu unbehandelter Gülle eine um 50 % reduzierte Emission angenommen.

Die Eigenschaften *vergorener Gülle* (erhöhter pH-Wert, verringerte Viskosität) führen zu Emissionsfaktoren, die geringer sind als die unvergorener Gülle, solange die Einarbeitung hinreichend schnell erfolgt. Bei verzögerter Einarbeitung dagegen stellen sich Emissionsfaktoren ein, die denen unbehandelter Gülle gleich sind (Expertenurteil Döhler, KTBL).

Als Emissionsfaktoren für Jauche (Ausbringung mit Breitverteiler) werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die Jauche wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 4.4 bis Table 4.9 aufgeführt.

Table 4.4: Cattle, NH₃ emission factors for application of *slurry* to *arable land* (related to TAN)

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

trailing hose	short vegetation	-25	%
trailing hose	vegetation > 0.3 m	30	%
trailing shoe		30	%

Source: Döhler et al. (2002), Table 3.18

Table 4.5: Cattle, NH₃ emission factors for application of *slurry to grassland* (related to TAN)

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

Source: Döhler et al. (2002), Table 3.18

Table 4.6: Cattle, NH₃ emission factors for application of *liquid separate to arable land or grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation	<i>reference</i>	0.25	kg kg ⁻¹ N
broad cast	incorporation within 1 h	<i>reduction</i>	90	%
broad cast	incorporation within 4 h	<i>compared</i>	70	%
broad cast	incorporation within 24 h	<i>with reference</i>	45	%
trailing hose	bare soil		10	%

Source: Döhler (expert judgement)

Table 4.7: Cattle, NH₃ emission factors for application of *digested slurry to arable land or grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation	<i>reference</i>	0.50	kg kg ⁻¹ N
broad cast	incorporation within 1 h	<i>reduction</i>	90	%
broad cast	incorporation within 4 h	<i>compared</i>	70	%
broad cast	incorporation within 24 h	<i>with reference</i>	45	%
trailing hose	bare soil		10	%

Source: Döhler (expert judgement)

Table 4.8: Cattle, NH₃ emission factors for application of *leachate ("Jauche") to arable land or grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation	<i>reference</i>	0.20	kg kg ⁻¹ N
broad cast	incorporation within 1 h	<i>reduction</i>	90	%
boad cast	incorporation within 4 h	<i>compared</i>	65	%
boad cast	incorporation within 24 h	<i>with reference</i>	10	%
boad cast	incorporation within 48 h		5	%

Source: Döhler (expert judgement)

Table 4.9: Cattle, NH₃ emission factors for application of *manure (FYM) to arable land or grassland* (related to TAN)

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

Source: Source: Döhler et al. (2002), Table 3.24

Uncertainty of emission factors

Special uncertainties for NH₃ emissions from cattle husbandry are not given in EMEP (2007)-B1090-19. Thus the general uncertainty of about 30 % is likely. For the oxidised species, the order of magnitude is likely to be correct.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unsicherheiten für NH₃ aus der Rinderhaltung werden in EMEP (2007)-B1090-19 nicht gesondert betrachtet. Es gilt die „normale“ Unsicherheit von 30 %. Für die oxidierten Spezies dürfte die Größenordnung richtig sein.

4.2.4 *Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

Die Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 15.3 bis 15.5 beschrieben.

4.2.5 *NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen*

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. All cattle types are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.10). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die NMVOC-Emissionen werden wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben berechnet. Für alle Rinder werden die gleichen NMVOC-Emissionsfaktoren verwendet (Table 4.10). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Table 4.10: Cattle, emission factors EF_{NMVOC} relating NMVOC emissions to NH₃ emissions

Species	$EF_{\text{NMVOC, cattle}}$ (in kg kg ⁻¹)
dimethyl sulphide	$7.5 \cdot 10^{-2}$
dimethyl disulfide	0
dimethyl trisulfide	0
acetone	$2.5 \cdot 10^{-2}$
acetic acid	$3.0 \cdot 10^{-1}$
propanoic acid	$7.8 \cdot 10^{-3}$
2-methyl propanoic acid	$3.8 \cdot 10^{-3}$
butanoic acid	$3.1 \cdot 10^{-3}$
2-methyl butanoic acid	$1.2 \cdot 10^{-2}$
3-methyl butanoic acid	$7.2 \cdot 10^{-3}$
pentanoic acid	$2.9 \cdot 10^{-4}$
phenol	$5.8 \cdot 10^{-4}$
4-methyl phenol	$1.5 \cdot 10^{-1}$
3-ethyl phenol	$1.5 \cdot 10^{-3}$
indole	$7.3 \cdot 10^{-5}$
3-methyl indole	$7.3 \cdot 10^{-5}$

Source: Hobbs et al. (2004)

Uncertainty of emission factors

The uncertainty (standard deviation) of NMVOC emissions depends on both the uncertainty of the NH₃ emissions and the emission factor EF_{NMVOC} . The former is in the order of magnitude of 20 % (see Chapter 15.5), for the latter 30 to 50 % are assumed. Hence the overall uncertainty of NMVOC emissions is estimated to be about 50 %, interpreted as the interval (in percent of the mean) between the upper threshold of the 95 % confidence interval and the mean. As this value appears to be too high for a normal distribution, an asymmetric distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit (Standardabweichung) der NMVOC-Emissionen hängt von der Unsicherheit der NH₃-Emissionen und der der Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} ab. Erstere liegt in der Größenordnung von 20 % (s. Kapitel 15.5), für Letztere werden 30 bis 50 % angenommen. Damit liegt die Unsicherheit der NMVOC-Emissionen in der Größenordnung von 50 %, interpretiert als Intervall (in Prozent des Mittelwertes) zwischen oberere Grenze des 95 %- Konfidenzintervalles und Mittelwert. Es wird angenommen, dass es sich um eine asymmetrische Verteilung handelt.

4.3 Dairy cows / Milchkühe

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

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

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

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

The emissions are calculated using workbook CDC.xls according to the procedures compiled in Table 4.11.

Die Kategorie „Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

Milchkühe sind Hauptquellgruppen bei folgenden Emissionen:

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

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

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in Rechenmappe CDC.xls nach den in Table 4.11. zusammengestellten Verfahren.

Table 4.11: Dairy cows, calculation procedures applied

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

4.3.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.3.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4), see category J in Table 4.1. The numbers are used without corrections.

Uncertainty of activity data

In previous years, the number of cattle was underestimated in principle, as the national census did not cover all farms (see Dämmgen, 2005). The uncertainty (standard deviation) was in the order of 5 %. Meanwhile all cattle are registered in the HIT data base. This means the uncertainty of cattle numbers is almost zero.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 3 % of the animal numbers reported (standard deviation of a normal distribution).

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4), siehe Kategorie J in Table 4.1. Diese Zahlen werden ohne Korrekturen verwendet.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

In früheren Jahren wurden durch die Vorgehensweise bei der statistischen Erhebung nicht alle Tiere erfasst (siehe Dämmgen, 2005). Die Unsicherheit (Standardabweichung) lag in der Größenordnung von 5 %. Durch die zwischenzeitlich eingeführte Erfassung aller Rinder in der HIT-Datenbank tendiert der Fehler in den Rinder-Tierzahlen gegen Null.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 an eine einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 3 % der berichteten Tierzahl angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

4.3.1.2 Milk yield and composition / Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Milk yield

For dairy cows, the most important performance

Milchleistung

Wesentliches Leistungskriterium bei Milchkühen

criterion is milk yield. As a rule, mean milk yields are available for each year and each district.

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

Milk fat and milk protein contents

Milchfett- und Milchprotein-Gehalte

Milk fat contents are available for single German Federal States. They are listed in Table 4.12. Milk protein contents are shown in Table 4.13.

Die mittleren Milchfett-Gehalte sind für die einzelnen Bundesländer in Table 4.12 zusammengestellt, die mittleren Milcheiweiß-Gehalte in Table 4.13.

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

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	4.04	4.07	4.10	4.14	4.15	4.14	4.17	4.16	4.17	4.16	4.14	4.29	4.17	4.18	4.22	4.20	4.17	4.17	4.17
BY	4.06	4.10	4.11	4.16	4.14	4.17	4.19	4.20	4.22	4.21	4.20	4.24	4.24	4.23	4.25	4.21	4.19	4.20	4.20
BB		4.36	4.35	4.43	4.43	4.37	4.32	4.26	4.24	4.20	4.17	4.13	4.08	4.10	4.16	4.07	3.93	4.05	4.05
HE	4.07	4.15	4.17	4.23	4.21	4.25	4.28	4.26	4.27	4.25	4.24	4.36	4.23	4.21	4.24	4.19	4.19	4.16	4.16
MV		4.28	4.38	4.47	4.43	4.39	4.41	4.35	4.33	4.28	4.26	4.32	4.13	4.15	4.16	4.09	4.10	4.10	4.10
NI	4.17	4.23	4.22	4.27	4.28	4.29	4.33	4.27	4.27	4.24	4.27	4.39	4.22	4.22	4.25	4.20	4.20	4.19	4.19
NW	4.11	4.15	4.14	4.19	4.15	4.16	4.20	4.18	4.21	4.16	4.19	4.32	4.17	4.15	4.19	4.12	4.14	4.15	4.15
RP	4.12	4.16	4.15	4.22	4.20	4.22	4.22	4.23	4.27	4.21	4.21	4.32	4.21	4.19	4.22	4.19	4.18	4.17	4.17
SL																			
SN		4.40	4.41	4.48	4.49	4.47	4.45	4.41	4.36	4.33	4.29	4.37	4.17	4.14	4.19	4.10	4.07	4.11	4.11
ST		4.29	4.37	4.43	4.41	4.38	4.36	4.29	4.25	4.20	4.18	4.29	4.07	4.04	4.10	4.01	4.00	4.06	4.06
SH	4.16	4.18	4.27	4.26	4.27	4.29	4.33	4.26	4.28	4.28	4.30	4.42	4.37	4.24	4.22	4.21	4.25	4.24	4.24
TH		4.29	4.35	4.41	4.38	4.36	4.33	4.29	4.32	4.26	4.19	4.26	4.09	4.05	4.10	4.04	4.00	4.04	4.04
StSt																			
Germany	4.09	4.18	4.20	4.25	4.24	4.25	4.27	4.33	4.25	4.22	4.22	4.23	4.20	4.19	4.22	4.17	4.16	4.16	4.16

Source: ZMP, various years; MLUR (2007)

Table 4.13: Dairy cows, protein content of milk (in % of mass) (statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	3.33	3.34	3.37	3.43	3.43	3.45	3.46	3.38	3.39	3.40	3.39	3.42	3.40	3.41	3.44	3.43	3.40	3.42	3.42
BY	3.35	3.37	3.38	3.38	3.36	3.38	3.39	3.45	3.45	3.47	3.46	3.48	3.47	3.48	3.49	3.47	3.46	3.48	3.48
BB		3.39	3.42	3.45	3.46	3.47	3.49	3.48	3.48	3.47	3.47	3.45	3.46	3.46	3.46	3.44	3.41	3.40	3.40
HE	3.30	3.31	3.32	3.33	3.31	3.35	3.35	3.33	3.36	3.36	3.35	3.38	3.37	3.37	3.39	3.39	3.37	3.38	3.38
MV		3.32	3.42	3.47	3.50	3.48	3.50	3.48	3.47	3.48	3.46	3.47	3.44	3.45	3.43	3.42	3.39	3.41	3.41
NI	3.29	3.30	3.29	3.30	3.30	3.32	3.37	3.34	3.35	3.37	3.37	3.38	3.38	3.40	3.39	3.40	3.38	3.40	3.40
NW	3.34	3.33	3.32	3.33	3.32	3.34	3.35	3.32	3.33	3.34	3.35	3.35	3.36	3.37	3.38	3.37	3.37	3.40	3.40
RP	3.28	3.29	3.33	3.32	3.34	3.37	3.36	3.34	3.34	3.34	3.32	3.34	3.35	3.36	3.37	3.37	3.37	3.39	3.39
SL																			
SN		3.38	3.38	3.46	3.46	3.48	3.48	3.45	3.47	3.47	3.47	3.46	3.45	3.45	3.44	3.42	3.40	3.41	3.41
ST		3.40	3.42	3.48	3.46	3.49	3.50	3.47	3.47	3.45	3.45	3.45	3.43	3.43	3.42	3.42	3.38	3.40	3.40
SH	3.32	3.32	3.36	3.40	3.43	3.40	3.40	3.38	3.39	3.41	3.41	3.43	3.42	3.43	3.39	3.41	3.39	3.42	3.42
TH		3.29	3.38	3.45	3.43	3.45	3.45	3.42	3.46	3.45	3.42	3.41	3.41	3.41	3.42	3.42	3.39	3.41	3.41
StSt																			
Germany	3.32	3.33	3.35	3.38	3.39	3.40	3.42	3.40	3.41	3.42	3.41	3.42	3.42	3.43	3.43	3.42	3.40	3.43	3.43

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

Data gap closure

Schließen von Datenlücken

The missing data for the New Länder and the year 1990 were replaced with the respective data for 1991.

Die fehlenden Daten für die Neuen Bundesländer im Jahr 1990 wurden durch Daten aus 1991 ersetzt.

Data for Saarland were taken from the respective data set for Rheinland-Pfalz. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

Die Daten für das Saarland wurden insgesamt durch Daten aus Rheinland-Pfalz ersetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

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

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

4.3.1.3 Animal weights / Tiergewichte

Animal weights in Germany vary considerably due to the fact that the mix of races differs between regions. The animal weights used in this inventory are derived from carcass weights obtained from the German slaughter statistics (StatBA, FS3, R4.2.1) using the subsequent Equation (see Dämmgen et al., 2010a).

$$w_{dc} = a + b \cdot w_{dc, cw} \quad (4.1)$$

where

w_{dc}	live weight of dairy cows (in kg an ⁻¹)
a	constant ($a = 234.8$ kg an ⁻¹)
b	coefficient ($b = 1.40$)
$w_{dc, cw}$	carcass weight of dairy cow (in kg an ⁻¹)

The same Equation applies also to heifers. The carcass weights of heifers and dairy cows are compiled in Table 4.14 and Table 4.15.

Hinsichtlich der Tiergewichte bestehen große regionale Unterschiede, die im Wesentlichen auf unterschiedliche Rassen zurückzuführen sind. Die verwendeten Tiergewichte sind mit Hilfe der nachfolgenden Gleichung (vgl. Dämmgen et al., 2010a) aus den Schlachtkörpergewichten abgeleitet, die der Schlachtstatistik entnommen sind (StatBA, FS3, R4.2.1).

Diese Gleichung gilt auch für Färsen. Die Schlachtkörpergewichte von Färsen und Milchkühen sind in Table 4.14 und Table 4.15 zusammengestellt.

Table 4.14: Heifers, carcass weights (in kg an⁻¹)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	275	265	271	278	280	277	276	276	282	285	284	290	287	285	280	290	294	294	290
BY	288	248	287	295	297	294	291	287	296	300	303	309	303	301	300	303	308	311	306
BB		216	243	259	260	251	259	262	262	269	271	282	268	269	263	265	270	259	254
HE	269	270	277	278	277	274	273	268	263	273	274	277	260	253	249	262	270	270	249
MV		211	235	245	242	239	246	245	247	252	254	265	258	259	255	255	252	258	253
NI	235	241	240	241	231	226	275	277	280	282	286	292	286	283	280	285	275	286	279
NW	268	260	272	271	158	229	280	273	278	278	280	284	278	274	273	277	278	276	270
RP	251	243	257	274	274	269	264	260	261	264	264	264	264	263	260	265	268	267	262
SL	229	257	260	248	262	259	260	257	257	257	257	256	257	257	277	283	287	291	288
SN		221	240	250	254	239	234	181	248	247	245	259	250	247	242	242	255	259	258
ST		216	228	259	268	244	251	248	250	251	261	270	271	258	257	258	258	259	259
SH	271	264	273	281	281	272	275	272	279	281	286	295	286	285	281	284	288	293	288
TH		212	240	260	268	252	253	254	256	259	264	258	258	253	242	242	255	260	258
StSt	279	279	279	273	274	269	277	278	279	280	284	291	287	285	285	287	292	293	290

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

Table 4.15: Dairy cows, carcass weights (in kg an⁻¹)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	283	276	284	289	290	288	291	291	296	298	298	307	306	305	305	308	309	312	309
BY	299	293	299	309	310	308	308	304	310	314	315	320	319	318	318	321	320	323	320
BB		233	250	265	260	261	265	266	271	272	278	284	282	284	284	278	278	273	270
HE	278	280	282	282	280	275	275	271	274	280	285	288	285	281	284	292	290	287	278
MV		237	250	255	254	253	255	253	256	257	262	273	274	275	272	270	267	271	270
NI	280	275	285	292	293	288	290	287	290	293	297	306	300	300	296	299	299	300	296
NW	279	273	280	290	284	280	284	280	285	287	287	292	289	288	289	291	292	295	290
RP	272	269	279	291	292	289	288	280	281	281	282	284	283	282	280	281	282	283	281
SL	293	288	290	270	307	304	307	304	305	304	304	305	305	305	301	299	302	302	302
SN		231	245	248	254	252	257	258	260	262	266	274	278	276	273	270	272	274	275
ST		231	241	264	262	257	259	263	266	272	278	294	290	263	263	263	264	274	275
SH	283	277	287	292	294	293	290	289	293	296	301	308	305	303	298	301	303	306	302
TH		232	249	273	270	264	268	268	270	272	275	274	274	269	269	270	272	274	275
StSt	265	286	284	291	293	289	284	280	281	286	291	302	297	300	295	296	295	304	302

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

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

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

Data gap closure

The missing data for the New Länder and the year 1990 were replaced with the respective data for 1991. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin those from Brandenburg.

Schließen der Datenlücken

Für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern werden die Daten von 1991 eingesetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

4.3.1.4 Animal weight gains / Tiergewichtszunahmen

The relevant weight gain is calculated using the final live weight of cows and the final live weight of heifers. The weight gain rate is derived from the weight gain by dividing it by the timespan between the age of slaughtering and the age of first calving.

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

$$\frac{\Delta w_{dc}}{\Delta t} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{w_{fin, dc} - w_{fin, bf}}{\tau_{fin, dc} - \tau_{calf}} \quad (4.2)$$

where

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

At present, final live weights are deduced from slaughter (carcass) weights (see Chapter 2.2.4.5). The ages of first calving and of slaughtering are published by ADR and taken from their annual reports (ADR, 1992ff). These data originate from sample surveys. In this inventory, a linear regression of ages versus time was used to describe weight gain rates.

Zurzeit werden die relevanten Gewichte aus Schlachtgewichten abgeleitet (siehe Kapitel 2.2.4.5). Erstkalbealter und Schlachtalter werden ADR-Mitteilungen entnommen (ADR, 1992ff). Die Zahlen entstammen Stichproben. Für den Zweck dieses Inventars werden die Ergebnisse einer linearen Regression verwendet.

There is no differentiation between Federal States or race.

Eine Differenzierung nach Bundesländern oder Rassen findet nicht statt.

Data are compiled in Table 4.16.

Die Daten sind in Table 4.16 zusammengestellt.

Table 4.16: Dairy cows, slaughter ages, ages at first calving and resulting life spans (in a)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
$\tau_{fin, bf}$ ADR				5.70	5.60	5.70	5.70	5.50	5.50	5.50	5.40	5.40	5.40	5.30	5.40	5.40	5.40	5.40	5.40
$\tau_{fin, bf}$ lin				5.65	5.63	5.60	5.58	5.56	5.54	5.51	5.49	5.47	5.45	5.43	5.40	5.38	5.36	5.34	5.31
τ_{calv} ADR		2.55	2.55	2.53	2.50	2.51	2.51	2.51	2.51	2.59	2.50	2.51	2.48	2.47	2.46	2.45	2.43	2.39	2.39
τ_{calv} lin		2.57	2.56	2.55	2.54	2.53	2.52	2.51	2.50	2.49	2.48	2.47	2.46	2.45	2.44	2.43	2.43	2.42	2.41
Δt			3.09	3.08	3.06	3.05	3.04	3.03	3.01	3.00	2.99	2.98	2.96	2.95	2.94	2.93	2.91	2.90	2.90

Source: ADR, 1992 ff, Tables 61a, 48 or 4.9 (τ_{calv}), Tables 68a, 53 or 4.14 (τ_{fin})

Data gap closure

For the years 1990 to 1993, the data for 1993 were used.

Schließen der Datenlücken

Für die Jahre von 1990 bis 1993 werden die Angaben für 1993 verwendet.

4.3.1.5 Pregnancy rates / Trächtigkeitsraten

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

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

4.3.1.6 Duration of lactation period / Dauer der Laktationsperiode

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

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

$$t_{\text{ibc}} = a + b \cdot Y_{\text{M}} \quad (4.3)$$

where

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

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

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

$$t_{\text{lac}} = \frac{t_{\text{ibc}} - t_{\text{dry}}}{t_{\text{ibc}}} \cdot \alpha \quad (4.4)$$

where

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

4.3.2 Energy requirements / Energiebedarf

In contrast to IPCC, GAS-EM makes use of the NEL system to describe energy requirements of dairy cows. The assessment of energy requirements follows the same pattern as the NE system used in IPCC (2006).

Im Gegensatz zur IPCC-Methode verwendet GAS-EM das NEL-System zur Beschreibung des Energiebedarfs von Milchkühen. Dennoch erfolgt die Bestimmung nach dem gleichen Muster wie im NE-System bei IPCC (2006).

4.3.2.1 The NEL system / Das NEL System

The current German unit describing feed properties is the net energy for lactation (NEL). Irrespective of the literal meaning of the words, the net energy for lactation concept expresses the net energies for *all* processes in this unit.

Die in Deutschland verwendete Einheit zur Beschreibung der Futtereigenschaften ist die Netto-Energie-Laktation (NEL). Ungeachtet der wörtlichen Bedeutung des Begriffs werden die Netto-Energien aller Einzelprozesse in dieser Einheit angegeben.

In principle, the NEL system does not demand that metabolizable energies, ME and NEL be interconverted. However, the NEL approach documented in GfE (2001) does not include the NEL requirements for grazing. Since the extent to which cattle obtain feed by grazing varies regionally, it is desirable to

Im Prinzip ist es im NEL-System nicht notwendig, dass man umsetzbare Energie und NEL ineinander umrechnet. Jedoch ist der Energiebedarf zur Futteraufnahme in GfE (2001) nicht beschrieben. Da aber der Umfang der Weidehaltung regional unterschiedlich ist, erscheint es wünschenswert, diese Variable

account for the consequent energy demand. As this is a minor constituent of the total NEL requirements, the conversion from NEL to ME proposed by van Es (1975) (see GfE, 2001, pg. 19) is used:

$$ME = \frac{NEL}{a + b \cdot X_{ME}} \quad (4.5)$$

where

<i>NEL</i>	net energy for lactation (in MJ NEL)
<i>ME</i>	metabolizable energy (in MJ ME)
<i>a</i>	constant ($a = 0.4632$)
<i>b</i>	constant ($b = 0.24$)
X_{ME}	metabolizability (assumed: $X_{ME} = 0.60 \text{ MJ MJ}^{-1}$)

einzubeziehen. Es handelt sich um einen relative geringen Beitrag zum NEL-Bedarf, deshalb wird die von van Es (1975) vorgeschlagene Umrechnung von ME ind NEL (siehe GfE, 2001, S. 19) benutzt.

4.3.2.2 Overall NEL requirements /Gesamt- NEL-Bedarf

The overall NEL requirements are given by:

Für den gesamten NEL-Bedarf ergibt sich:

$$NEL_{tot} = \alpha \cdot (nel_m + nel_f + nel_{lc} + nel_d + nel_p + nel_g) \quad (4.6)$$

where

NEL_{tot}	annual NEL required (in MJ cow ⁻¹ a ⁻¹ NEL)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
nel_m	NEL required for maintenance (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
nel_f	NEL needed to obtain food (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
nel_{lc}	NEL for lactation (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
nel_d	NEL required for draft power (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
nel_p	NEL required for pregnancy (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
nel_g	NEL consumed for growth (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹)

4.3.2.3 NEL requirement for maintenance / NEL-Bedarf für Unterhaltung

NEL requirements for maintenance are obtained as follows (GfE, 2001, pg. 20):

Der NEL-Bedarf für Unterhaltung wird wie folgt (GfE, 2001, S. 20) berechnet:

$$nel_m = a \cdot w_{unit} \cdot \left(\frac{w}{w_{unit}} \right)^{0.75} \quad (4.7)$$

where

nel_m	net energy required for maintenance (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
<i>a</i>	constant ($a = 0.293 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ NEL}$)
w_{unit}	unit value of animal weight ($w_{unit} = 1 \text{ kg cow}^{-1}$)
<i>w</i>	animal weight (in kg cow ⁻¹)

4.3.2.4 NEL requirement to obtain feed / NEL-Bedarf für die Nahrungsaufnahme

IPCC (2006)_10.17 provides an approach to estimate the NE requirements to obtain feed. It is assumed that the NEL requirements are proportional to the NE requirements. The modified IPCC equation then reads

IPCC (2006)_10.17 erlaubt eine Ableitung des NEL-Bedarfs für die Nahrungsaufnahme. Dabei wird angenommen, dass die Proportionalität auch im NEL-System gegeben ist. Die modifizierte IPCC-Gleichung lautet dann:

$$nel_{f, IPCC} = \left(c_{house} \cdot \left(1 - \frac{\tau_{pasture}}{\alpha} \right) + c_{pasture} \cdot \frac{\tau_{pasture}}{\alpha} \right) \cdot nel_{m, IPCC} \quad (4.8)$$

where

$nel_{f, IPCC}$	NEL needed to obtain food (in analogy to IPCC) (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
c_{house}	coefficient for housing ($c_{house} = 0.00$; IPCC(2006)-10.17, Table 10.5)
$\tau_{pasture}$	duration of grazing time (in d a ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
$c_{pasture}$	coefficient for pasture ($c_{pasture} = 0.17$; IPCC(2006)-10.17, Table 10.5)
$nel_{m, IPCC}$	NEL required for maintenance (in analogy to IPCC) (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)

4.3.2.5 NEL requirements for lactation / NEL-Bedarf für Laktation

In contrast to IPCC (2006), the approach proposed includes the energy requirements for the synthesis of milk protein (GfE, 2001, pg. 21f):

Anders als IPCC (2006) berücksichtigt die Berechnung des NEL-Bedarfs für Laktation den Aufwand für die Milcheiweiß-Synthese (GfE, 2001, S. 21 f.):

$$nel_{lc, GfE} = y_m \cdot (c_{lact 1, GfE} + c_{lact 2, GfE} \cdot x_{fat} + c_{lact 3, GfE} \cdot x_{XP}) + d \quad (4.9)$$

where

$nel_{lc, GfE}$	net energy requirements for lactation (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
y_m	milk yield (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹)
$c_{lact 1, GfE}$	constant ($c_{lact 1, GfE} = 0.95$ MJ kg ⁻¹)
$c_{lact 2, GfE}$	coefficient ($c_{lact 2, GfE} = 38$ MJ kg ⁻¹)
x_{fat}	mass fraction of fat (in kg kg ⁻¹)
$c_{lact 3, GfE}$	coefficient ($c_{lact 3, GfE} = 21$ MJ kg ⁻¹)
x_{XP}	mass fraction of milk protein (in kg kg ⁻¹)
d	constant ($d = 0.1$ MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)

The equation given above presupposes the knowledge of daily milk yields and milk constituents. However, these vary with time (see Figure 4.2).

Diese Gleichung setzt die Kenntnis von Tageswerten der Milchmenge und –zusammensetzung voraus. Diese variieren mit der Zeit (s. Figure 4.2).

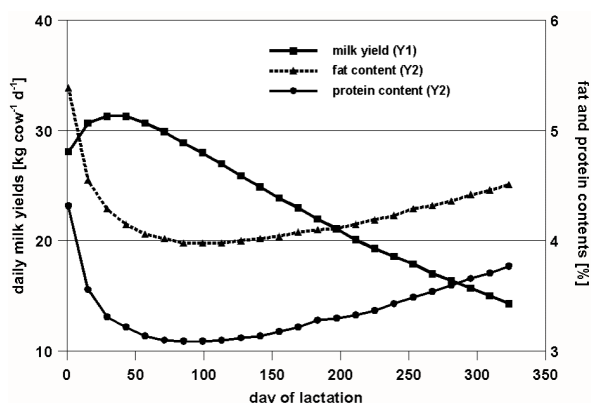


Figure 4.2: Typical time series of daily milk yields and milk fat and protein contents (redrawn after Greimel and Steinwider, 1998)

Exemplary model calculations indicate that the use of mean daily milk yields and constituent concentrations instead of actual data requires a correction:

Beispielrechnungen machen deutlich, dass man unter Berücksichtigung einer Korrekturfunktion auch mit mittleren Mengen und Gehalten rechnen kann:

$$nel_{lc, GfE} = nel_{lc, GfE, mean} \cdot a \quad (4.10)$$

where

$nel_{l,c \text{ GfE}}$	actual net energy requirements for lactation (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
$nel_{l,c \text{ GfE, mean}}$	net energy requirements for lactation calculated from means (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
a	correction factor ($a = 1.04 \text{ MJ MJ}^{-1} \text{ NEL}$)

The correction factor is thus in the order of magnitude of 4 %. This value is used in the inventory.

Der Korrekturfaktor beträgt etwa 4 %. Dieser Wert wird im Inventar verwendet.

4.3.2.6 NEL requirements for draft power / NEL-Bedarf für Zugleistung

In the reporting period, dairy cows have not been used as draught animals.

Im Berichtszeitraum wurden von Milchkühen keine Zugleistungen erbracht.

4.3.2.7 NEL requirements for pregnancy / NEL-Bedarf für die Trächtigkeit

The GfE methodology provides absolute figures derived from the energy used for the development of the conception products and the udder:

Die GfE-Methode sieht zur Berechnung des Energiebedarfs für die Trächtigkeit feste Beträge zur Beschreibung der Entwicklung von Konzeptionsprodukt und Euter vor:

$$NEL_p^* = NEL_{cp}^* + NEL_u^* \quad (4.11)$$

where

NEL_p^*	actual net energy required for pregnancy (in MJ calf ⁻¹)
NEL_{cp}^*	actual net energy required for the development of the uterus including the conception product (in MJ calf ⁻¹)
NEL_u^*	actual net energy required for the development of the udder (in MJ calf ⁻¹)
	$NEL_u^* = 31 \text{ MJ calf}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (GfE, 2001, pg.23)

The net energy lactation for the development of the conception product is a function of the daily growth rate:

Die Netto-Energie-Laktation für die Entwicklung des Konzeptionsprodukts ist eine Funktion der täglichen Wachstumsrate:

$$NEL_{cp}^* = \sum_{\tau_p=1}^{\tau_{p, \text{fin}}} a \cdot e^{b \cdot \tau_p} \quad (4.12)$$

where

NEL_{cp}^*	actual NEL required for the development of the conception product (in MJ calf ⁻¹)
a	constant ($a = 0.044 \text{ MJ calf}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
b	constant ($b = 0.0165$)
τ_p	day after conception
$\tau_{p, \text{fin}}$	day of birth ($\tau_{p, \text{fin}} = 279$)

According to GfE (2001), NEL_{cp}^* and NEL_u^* add up to overall NEL_p^* requirements of 917 MJ calf⁻¹, independent of the calf's or the mother's weight.

Unabhängig vom tatsächlichen Geburtsgewicht des Kalbes und vom Gewichts des Muttertiers ergeben sich nach GfE (2001) damit als Summe für NEL_{cp}^* und NEL_u^* 917 MJ Kalb⁻¹.

Again, the daily NEL requirement for the development of the conception product, nel_p , is then calculated from NEL_p^* as a function of the interval between calvings according to

Der tägliche NEL-Bedarf für die Entwicklung des Konzeptionsprodukts, nel_p , berechnet sich dann aus NEL_p^* als Funktion der Zwischenkalbezeit wie folgt:

$$nel_{p, \text{GfE}} = \frac{NEL_p^*}{t_{\text{ibc}}} \quad (4.13)$$

where

$nel_{p, GfE}$ NEL required for pregnancy (in MJ cow⁻¹ d⁻¹ NEL)
 NEL_p^* NEL required for pregnancy ($NEL_p^* = 917$ MJ calf⁻¹ NEL)
 t_{ibc}^* absolute duration of interval between calvings (in d calf⁻¹)

4.3.2.8 NEL requirements for growth / NEL-Bedarf für Wachstum

GfE (2001), pg. 22, relate the NEL requirements for growth to the weight gain per year:

GfE (2001), S. 21, bezieht den NEL-Bedarf für Wachstum auf die jährliche Gewichtszunahme.

$$nel_{g, GfE} = \frac{a \cdot \Delta w}{\alpha} \quad (4.14)$$

where

$nel_{g, GfE}$ NEL required for growth (in MJ cow⁻¹ d⁻¹)
 a constant ($a = 25.5$ MJ kg⁻¹ NEL)
 Δw weight gain (in kg cow⁻¹ a⁻¹)
 α time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a⁻¹)

4.3.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

4.3.3.1 Linking feed intake with energy requirements / Die Kombination von Futter-Aufnahme und Energie-Bedarf

If an animal is fed according to requirements, the net energy requirements (NEL_{tot}) have to be met by the net energy for lactation provided in feed (NEL_{feed}):

Wenn Tiere bedarfsgerecht gefüttert werden, müssen der Energiebedarf (NEL_{tot}) und die im Futter aufgenommene Netto-Energie-Laktation (NEL_{feed}) gleich groß sein:

$$NEL_{feed} = NEL_{tot} \quad (4.15)$$

Feed will be supplied in concentrates and roughage inside the animal house and during grazing. The respective shares are also governed by the DM intake of the animals, as DM intake is limited. Once the DM intake and the feed properties are known, the intakes of GE, DE, ME, NEL and N can be deduced.

Futter wird als Raufutter und als Kraftfutter im Stall und auf der Weide bereitgestellt. Die jeweiligen Anteile sind aber auch von der Trockenmasse-Aufnahme abhängig, die wiederum begrenzt ist. Wenn die Trockenmasse und die Futtereigenschaften bekannt sind, lassen sich die Aufnahme von GE, DE, ME, NEL und N ableiten.

4.3.3.2 Dry matter intake / Trockenmasse-Aufnahme

DLG (2006) provides very detailed information on the estimate of dry matter intake using feed properties and feed constituents. The amount of data needed is by far beyond the feasible input from statistical sources. Thus, a simpler approach has been developed which makes use of a set of feeding types reflecting German standard situations.

DLG (2006) gibt eine ausführliche Beschreibung einer Berechnung der Trockenmasse-Aufnahme als Funktion von Futtereigenschaften und –bestandteilen. Der erforderliche Datenaufwand ist mit den Angaben der amtlichen Statistik nicht zu befriedigen. Deshalb wird ein einfacherer Ansatz gewählt, der Standardfütterungen in Deutschland berücksichtigt.

The methodology adopted for the GAS-EM module differentiates between the DM intakes during lactation and during the dry period:

GAS-EM unterscheidet zwischen der Trockenmasse-Aufnahme werden der Laktations- und der Trockenphase:

$$DM = DM_{lact} + DM_{dry} \quad (4.16)$$

where

DM total intake of DM (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 DM_{lact} intake of DM during the lactation period (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 DM_{dry} intake of DM during the dry period (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)

and

$$DM_{\text{lact}} = DM_{\text{conc, lact}} + DM_{\text{rough, lact}} \\ = (dm_{\text{conc, lact}} + dm_{\text{rough, lact}}) \cdot t_{\text{lact}} \quad (4.17)$$

$$DM_{\text{dry}} = DM_{\text{conc, dry}} + DM_{\text{rough, dry}} = (dm_{\text{conc, dry}} + dm_{\text{rough, dry}}) \cdot t_{\text{dry}} \quad (4.18)$$

where

DM_{lact} annual intake of DM during the lactation period (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 $DM_{\text{conc, lact}}$ annual intake of DM during the lactation period with concentrates (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 $DM_{\text{rough, lact}}$ annual intake of DM during the lactation period with roughage (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 $dm_{\text{conc, lact}}$ daily intake of DM during the lactation period with concentrates (in kg cow⁻¹ d⁻¹ DM)
 $dm_{\text{rough, lact}}$ daily intake of DM during the lactation period with roughage (in kg cow⁻¹ d⁻¹ DM)
 t_{lact} duration of the lactation period (in d a⁻¹)
 DM_{dry} annual intake of DM during the dry period (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 $DM_{\text{conc, dry}}$ annual intake of DM during the dry period with concentrates (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 $DM_{\text{rough, dry}}$ annual intake of DM during the dry period with roughage (in kg cow⁻¹ a⁻¹ DM)
 $dm_{\text{conc, dry}}$ daily intake of DM during the dry period with concentrates (in kg cow⁻¹ d⁻¹ DM)
 $dm_{\text{rough, dry}}$ daily intake of DM during the dry period with roughage (in kg cow⁻¹ d⁻¹ DM)
 t_{dry} duration of the dry period (in d a⁻¹)

4.3.3.3 DM intake during lactation / Trockenmasse-Aufnahme während der Laktation

The daily amount of DM intake during the lactation period is calculated according to the procedure proposed by DLG (1986) and subsequently modified (see Spiekers et al., 2006):

Die tägliche TM-Aufnahme während der Laktationszeit wird nach DLG (1986) in der veränderten Form (vgl. Spiekers et al., 2006) beschrieben:

$$dm_{\text{rough, lact}} = a \cdot w + b \cdot \left(\frac{X_{\text{NEL, rough, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, ref}}} \right)^c - d \cdot dm_{\text{conc, lact}}^2 + f \cdot \max(y_{\text{ECM}} - e; 0) \quad (4.19)$$

where

$dm_{\text{rough, lact}}$ daily DM intake in roughage during lactation (in kg cow⁻¹ d⁻¹ DM)
 a constant ($a = 0.006 \text{ d}^{-1}$)
 w animal weight (in kg cow⁻¹)
 b constant ($b = 0.19 \text{ kg cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
 $X_{\text{NEL, rough, lact}}$ NEL content of roughage (in MJ kg⁻¹ NEL)
 $X_{\text{NEL, rough, ref}}$ reference NEL content of roughage ($X_{\text{NEL, rough, ref}} = 1 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ NEL}$)
 c exponent ($c = 2.16$)
 d constant ($d = 0.026 \text{ kg}^{-1} \text{ cow a}$)
 $dm_{\text{conc, lact}}$ daily DM intake in concentrates during lactation (in kg cow⁻¹ d⁻¹ DM)
 y_{ECM} milk yield (energy corrected) (in kg cow⁻¹ d⁻¹)
 e constant ($e = 25 \text{ kg cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
 f constant ($f = 0.1$)

$X_{\text{NEL, rough, lact}}$ is the weighted mean of the NEL contents of the roughage fed.

It should be noted that the results obtained with this equation are still in line with the “more modern” descriptions used to assess daily intakes (see Gruber et al., 2006).

$X_{\text{NEL, rough, lact}}$ ist das gewichtete Mittel der NEL-Gehalte des Raufutters.

Die Ergebnisse dieser Rechnung decken sich mit denen der mit „modernerem“ Verfahren gewonnenen täglichen TM-Aufnahme (siehe Gruber et al., 2006).

4.3.3.4 Energy intake and net energy requirements during lactation / Energie-Aufnahme und Energie-Bedarf während der Laktation

The intake of net energy for lactation during the lactation period can be described as follows:

Für die Aufnahme von Netto-Energie-Laktation während der Laktationsperiode gilt:

$$dm_{\text{rough, lact}} \cdot X_{\text{NEL, rough, lact}} + dm_{\text{conc, lact}} \cdot X_{\text{NEL, conc, lact}} = \frac{NEL_{\text{lact}}}{t_{\text{lact}}} \quad (4.20)$$

where

$dm_{\text{rough, lact}}$	daily DM intake in roughage during lactation (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹ DM)
$X_{\text{NEL, rough, lact}}$	NEL content of roughage during lactation (in MJ kg ⁻¹ NEL)
$dm_{\text{conc, lact}}$	daily DM intake in concentrates during lactation (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹ DM)
$X_{\text{NEL, conc, lact}}$	NEL content of concentrates during lactation (in MJ kg ⁻¹ NEL)
NEL_{lact}	net energy input required during the lactation period (in MJ cow ⁻¹ a ⁻¹ NEL)
t_{lact}	duration of the lactation period (in d a ⁻¹)

4.3.3.5 Combining DM intake and energy requirements during lactation / Die Kombination von Trockenmasse-Aufnahme und Energie-Bedarf während der Laktation

Equations (4.19) and (4.20) are two relations for the two unknowns $dm_{\text{rough, lact}}$ and $dm_{\text{conc, lact}}$. The solution of this set of equations requires a rearrangement of Equation (4.20):

Die Gleichungen (4.19) und (4.20) sind zwei Beziehungen für die beiden Unbekannten $dm_{\text{rough, lact}}$ und $dm_{\text{conc, lact}}$. Die Lösung dieser Gleichungen setzt eine Umformung von Gleichung (4.20) voraus:

$$dm_{\text{rough, lact}} = \frac{\frac{NEL_{\text{lact}}}{t_{\text{lact}}} - dm_{\text{conc, lact}} \cdot X_{\text{NEL, conc, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, lact}}} \quad (4.21)$$

The combination of Equations (4.19) and (4.21) results in

Die Kombination der Gleichungen (4.19) und (4.21) führt zu

$$\frac{\frac{NE_{\text{lact}}}{t_{\text{lact}}} - dm_{\text{conc, lact}} \cdot X_{\text{NEL, conc, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, lact}}} = a \cdot w + b \cdot \left(\frac{X_{\text{NEL, rough, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, ref}}} \right)^c - d \cdot dm_{\text{conc, lact}}^2 + f \cdot \max(y_{\text{ECM}} - e; 0) \quad (4.22)$$

or

$$\frac{NEL_{\text{lact}}}{t_{\text{lact}} \cdot X_{\text{NEL, rough, lact}}} - dm_{\text{conc, lact}} \cdot \frac{X_{\text{NEL, conc, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, lact}}} - a \cdot w - b \cdot \left(\frac{X_{\text{NEL, rough, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, ref}}} \right)^c + d \cdot dm_{\text{conc, lact}}^2 - f \cdot \max(y_{\text{ECM}} - e; 0) = 0 \quad (4.23)$$

This can be rewritten as a standard second order equation:

Diese kann man in die Normalform für quadratische Gleichungen überführen:

$$dm_{\text{conc, lact}}^2 + B \cdot dm_{\text{conc, lact}} + C = 0 \quad (4.24)$$

with

$$B = -\frac{X_{\text{NEL, conc, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, lact}}} \cdot \frac{1}{d} \quad (4.25)$$

and

$$C = \left(\frac{NEL_{\text{lact}}}{t_{\text{lac}} \cdot X_{\text{NEL, rough, lact}}} - a \cdot w - b \cdot \left(\frac{X_{\text{NEL, rough, lact}}}{X_{\text{NEL, rough, ref}}} \right)^c - f \cdot \max(y_{\text{ECM}} - e; 0) \right) \cdot \frac{1}{d} \quad (4.26)$$

resulting in:

$$dm_{\text{conc, lact}} = -\frac{B}{2} - \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 - C} \quad (4.27)$$

and

$$dm_{\text{conc, lact}} = -\frac{B}{2} + \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 - C} \quad (4.28)$$

The second solution (Equation (4.28)) is meaningless.

Inserting $dm_{\text{conc, lact}}$ into Equation (4.21) yields $dm_{\text{rough, lact}}$.

Als Lösungen ergeben sich:

Die zweite Lösung (Gleichung (4.28)) ergibt keinen Sinn.

Durch Einsetzen von $dm_{\text{conc, lact}}$ in Gleichung (4.21) lässt sich $dm_{\text{rough, lact}}$ berechnen.

4.3.3.6 Assessment of the NEL requirements during the dry period / Die Bestimmung des NEL-Bedarfs während der Trockenstehzeit

In analogy to the DM intake, the NEL intake is considered separately for the lactation and dry periods:

In Analogie zur Trockenmasse-Aufnahme wird auch die NEL-Aufnahme für die Laktationsperiode und die Trockenstehzeit gesondert berechnet.

$$NEL_{\text{tot}} = NEL_{\text{lact}} + NEL_{\text{dry}} \quad (4.29)$$

where

- NEL_{tot} total net energy requirements (in MJ cow⁻¹ a⁻¹ ME)
- NEL_{lact} net energy requirements during the lactation period (MJ cow⁻¹ a⁻¹ ME)
- NEL_{dry} net energy requirements during the dry period (in MJ cow⁻¹ a⁻¹ ME)

GfE (2001), pg. 24, provide a data set which allows to quantify the actual amount of NEL^*_{dry} .

Mean NEL requirements for weeks 6 to 4 before birth are 50.5 MJ cow⁻¹ d⁻¹ NEL. For the final three weeks of pregnancy, NEL requirements are 55.6 MJ cow⁻¹ d⁻¹ NEL.

Thus, the overall actual requirement can be deduced as:

In GfE (2001, S. 24, wird ein Datensatz angegeben, der die Berechnung der aktuellen Aufnahme von NEL^*_{dry} erlaubt.

Der mittlere NEL-Bedarf für die 6. bis 4. Woche vor dem Kalben beträgt 50.5 MJ cow⁻¹ d⁻¹ NEL, der für die letzten drei Wochen der Trächtigkeit 55.6 MJ cow⁻¹ d⁻¹ NEL.

Daraus berechnet sich der aktuelle Gesamtbedarf zu

$$NEL^*_{\text{dry}} = t^*_{\text{dry}} \cdot \frac{a+b}{2} \quad (4.30)$$

where

- NEL^*_{dry} actual NEL requirements during the dry period (in MJ cow⁻¹ NEL)
- t^*_{dry} actual duration of the dry period (in d)
- a constant ($a = 50.5 \text{ MJ cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
- b constant ($a = 55.6 \text{ MJ cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

Hence, the annual requirements are

$$NEL_{\text{dry}} = \frac{t_{\text{dry}}}{2} \cdot (a + b) \quad (4.31)$$

Der jährliche Bedarf ergibt sich hieraus als

4.3.3.7 DM intake during the dry period / Trockenmasse-Aufnahme während der Trockenstehzeit

DM intake during the dry period can be calculated in analogy to that of the lactation period as expressed in Equation (4.17).

However, GfE (2001), pg. 24, provide a data set that expresses the daily amounts of roughage intake as a function of the mean NEL contents in feed:

weeks 6 to 4 before calving

$$dm_{\text{dry}, 6-4} = a + b \cdot X_{\text{NEL}} \quad (4.32)$$

weeks 3 to 1 before calving

$$dm_{\text{dry}, 3-1} = c + d \cdot X_{\text{NEL}} \quad (4.33)$$

where

$dm_{\text{dry}, 6-4}$	actual intake of DM during the first half of the dry period (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹ DM)
a	constant ($a = 17.91 \text{ kg cow}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ DM}$)
b	coefficient ($b = -1.575 \text{ MJ}^{-1} \text{ kg}^2 \text{ cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
X_{NEL}	mean NEL content of feed (in MJ kg ⁻¹ NEL)
$dm_{\text{dry}, 3-1}$	actual intake of DM during the second half dry of the dry period (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ DM)
c	constant ($c = 19.22 \text{ kg cow}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ DM}$)
d	coefficient ($d = -1.65 \text{ MJ}^{-1} \text{ kg}^2 \text{ cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

The daily NEL requirements during the dry period can be calculated using Equation (4.34):

$$nel_{\text{dry}} = dm_{\text{conc, dry}} \cdot X_{\text{NEL, conc}} + dm_{\text{rough, dry}} \cdot X_{\text{NEL, rough}} \quad (4.34)$$

As the amounts of concentrates and the NEL contents of concentrates and roughage are known, the actual amount of DM consumed daily in roughage can be obtained:

$$dm_{\text{rough, dry}} = \frac{nel_{\text{dry}} - dm_{\text{conc, dry}} \cdot X_{\text{NEL, conc}}}{X_{\text{NEL, rough}}} \quad (4.35)$$

where

$dm_{\text{rough, dry}}$	daily intake of DM during the dry period with roughage (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹ DM)
nel_{dry}	mean daily NEL intake feed during the dry period (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹ NEL)
$dm_{\text{conc, dry}}$	daily intake of DM during the dry period with roughage (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ DM)
$X_{\text{NEL, conc}}$	NEL content of concentrates during the dry period (in MJ kg ⁻¹ NEL)
$X_{\text{NEL, rough}}$	NEL content of roughage during the dry period (in MJ kg ⁻¹ NEL)

The assessment of the annual intake of DM with concentrates and roughage presupposes the knowledge of the annual duration of the dry period:

Die Trockenmasse-Aufnahme während der Trockenstehzeit wird analog zu der der Laktationsperiode (siehe Gleichung (4.17)) berechnet.

GfE (2001), S. 24, geben einen Datensatz an, der die tägliche Trockenmasse-Aufnahme mit dem Raufutter als Funktion der NEL-Gehalte des Futters beschreibt:

6. bis 4. Woche vor dem Kalben

3. bis letzte Woche vor dem Kalben

Der tägliche NEL-Bedarf während der Trockenstehzeit wird mit Gleichung (4.34) berechnet:

Da die Mengen an Kraftfutter und die NEL-Gehalte von Kraft- und Raufutter bekannt sind, lässt sich die aktuelle tägliche Trockenmasse-Aufnahme mit dem Raufutter bestimmen:

Die Berechnung der jährlichen Mengen der Trockenmasse-Aufnahme mit Kraft- und Raufutter setzt die Kenntnis der Dauer der Trockenstehzeit voraus:

$$DM_{\text{conc, dry}} = dm_{\text{conc, dry}} \cdot t_{\text{dry}} \quad (4.36)$$

likewise

$$DM_{\text{rough, dry}} = dm_{\text{rough, dry}} \cdot t_{\text{dry}} \quad (4.37)$$

where

$DM_{\text{conc, dry}}$	annual intake of DM during the dry period in concentrates (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ DM)
$dm_{\text{conc, dry}}$	daily intake of DM during the dry period in concentrates (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹ DM)
t_{dry}	duration of the dry period (in d a ⁻¹)
$DM_{\text{conc, dry}}$	annual intake of DM during the dry period in concentrates (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ DM)
$dm_{\text{rough, dry}}$	daily intake of DM during the dry period in roughage (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹ DM)

4.3.3.8 Feed intake during grazing / Futteraufnahme auf der Weide

The shares of DM intake in roughage consumed indoors and during grazing is assumed to be proportional to the respective shares in time spent indoors and grazing. Time spent in the dairy parlour is considered as time without feeding roughage.

Der Anteil der Trockenmasse, die im Stall und beim Weidegang aufgenommen wird proportional den Verweilzeiten am jeweiligen ort berechnet. Während des Aufenthalts im Melkstall wird kein Raufutter aufgenommen.

$$DM_{\text{rough}} = DM_{\text{rough, house}} + DM_{\text{rough, graz}} \quad (4.38)$$

$$\frac{DM_{\text{rough, house}}}{DM_{\text{rough, graz}}} = \frac{t_{\text{house}}}{t_{\text{graz}}} \quad (4.39)$$

where

t_{house}	time spent indoors (in a a ⁻¹)
t_{graz}	time spent grazing (in a a ⁻¹)

hence

$$DM_{\text{rough, graz}} = DM_{\text{rough}} \cdot \frac{t_{\text{graz}}}{t_{\text{house}} + t_{\text{graz}}} \quad (4.40)$$

Note that the time spent indoors excludes the time needed for milking. Grazing influences the NEL content needed in Equation (4.19).

Die Weidezeit enthält keine Zeit für Melken. Der Weidegang verändert den NEL-Gehalt des Futters, wie er in Gleichung (4.19) benötigt wird.

4.3.3.9 Assessment of gross energy intake / Bestimmung der Gesamtenergie-Aufnahme

If the GE contents of the diet components are known, GE can be determined from the respective amounts of the constituents and their GE contents:

Wenn die GE-Gehalte der Futterkomponenten bekannt sind, kann GE aus den jeweiligen Mengenteilen und GE-Gehalten abgeleitet werden.

$$GE = \sum_{i=1}^n m_i \cdot X_{GE,i} \quad (4.41)$$

where

GE	gross energy intake (in MJ cow ⁻¹ a ⁻¹ GE)
m_i	amount of feed taken in with component i (in kg a ⁻¹)
$X_{GE,i}$	GE content of feed component i (MJ kg ⁻¹ GE)

4.3.4 Feed composition / Futterzusammensetzung

The German inventory differentiates between grass based feeds and mixed feeds:

- mixed diet fed in regions with considerable areas of arable land (maize silage, grass silage, standard concentrate MLF 18/3, rape seed expeller and straw)
- grass based diet in regions without considerable areas of arable land (grass silage, standard concentrate MLF 18/3, wheat)

For each district, the respective shares of these standard feeds in dairy cattle husbandry is determined. For details see Dämmgen et al. (2010a).

The properties of the feed constituents are listed in Table 4.17.

Das deutsche Inventar unterscheidet zwei Standardfutter-Zusammensetzungen:

- gemischte Ration in Ackerbaugebieten (Maissilage, Grassilage, Kraftfutter MLF 18/3, Raps-Extraktionsschrot und Stroh)
- Grassilage-Ration in Grünlandgebieten (Grassilage, Kraftfutter MLF 18/3, Weizen)

Für jeden Kreis wird berechnet, zu welchen Anteilen diese Standardfutter an der Fütterung der jeweiligen Milchkuh-Population beteiligt sind. Zu Einzelheiten siehe Dämmgen et al. (2010a).

Die Eigenschaften der Futterbestandteile gehen aus Table 4.17 hervor.

Table 4.17: Dairy cows, properties of standard diet constituents (all data related to dry matter contents)

Feed constituent	DM content kg kg ⁻¹	ME in DM MJ kg ⁻¹	NEL in DM MJ kg ⁻¹	DE in DM MJ kg ⁻¹	GE in DM MJ kg ⁻¹	XP in DM kg kg ⁻¹
grass (pasture)	0.19	10.6	6.4	14.1	18.45	0.16
grass silage	0.40	10.0	6.0	12.55	17.94	0.16
maize silage	0.30	10.8	6.5	12.8	18.00	0.075
straw (barley)	0.86	6.4	3.5	8,62	18.20	0.04
concentrate MLF 18/3	0.88	12.27	7,6	15.57	18.86	0.205
wheat	0.88	13.41	8,52	16.36	18.52	0.138
Rape seed expeller	0.90	11.8	7,2	15.2	20.3	0.396

Sources: DLG 2005; LUFA Nord-West; expert judgement Küster, LWK-Nds

4.3.4.1 Mass fractions of feed constituents in mixed diets / Mengenanteile der Futterbestandteile in gemischten Rationen

Roughage consists of grass and maize silages in a constant mass ratio of grass to maize to straw of 0.44 to 0.54 to 0.02 kg kg⁻¹ (related to dry matter).

Standard concentrate MLF 18/3 is used throughout. The diet is supplemented by rape seed expeller (varying between 0.5 and 1.5 kg cow⁻¹ d⁻¹). From expert data (see Dämmgen et al., 2010a), a steady function for the share of rapeseed expeller in concentrates as a function of milk yield was derived, see Figure 4.3.

Das Raufutter besteht aus Grassilage, Maissilage und Stroh im konstanten Massenanteil von 0,54 zu 0,44 zu 0,02 kg kg⁻¹ (bezogen auf Trockenmasse).

In allen Fällen wird Milchleistungsfutter MLF 18/3 gefüttert. Die Mischung wird mit Rapsextraktionsschrot supplementiert (Mengen zwischen 0,5 und 1,5 kg cow⁻¹ d⁻¹). Aus Expertenschätzungen (siehe Dämmgen et al., 2010a) wurde eine stetige Funktion für die Rapsextraktionsschrot-Anteile in Abhängigkeit von der Milchleistung abgeleitet, siehe Figure 4.3.

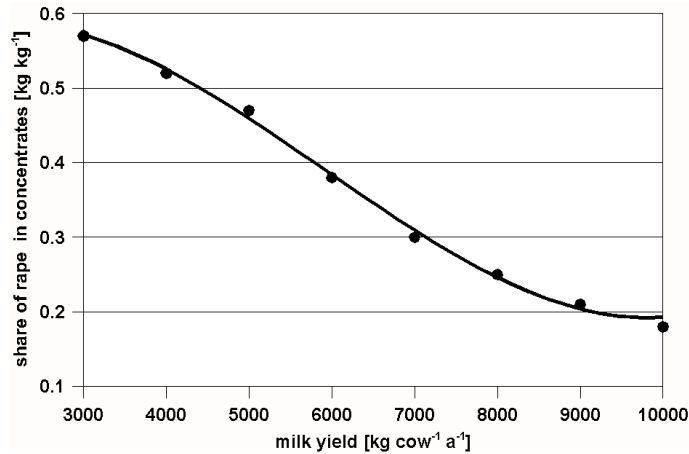


Figure 4.3: Standard mixed feeds, share of rape seed expeller in concentrates as function of milk yield

The adjusted steady function reads

Daraus ergibt sich die folgende stetige Funktion:

$$X_{\text{rape, mixed}} = a_{\text{rape, mixed}} + b_{\text{rape, mixed}} \cdot Y_m + c_{\text{rape, mixed}} \cdot Y_m^2 + d_{\text{rape, mixed}} \cdot Y_m^3 \quad (4.42)$$

where

$X_{\text{rape, mixed}}$	ratio of rape seed expeller in concentrates, mixed diet (in kg kg ⁻¹)
$a_{\text{rape, mixed}}$	constant ($a_{\text{rape, mixed}} = 0,4879 \text{ kg kg}^{-1}$)
$b_{\text{rape, mixed}}$	coefficient ($b_{\text{rape, mixed}} = 0.1038 \cdot 10^{-3} \text{ kg}^{-1} \text{ cow a}$)
Y_m	milk yield (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹)
$c_{\text{rape, mixed}}$	coefficient ($c_{\text{rape, mixed}} = 3.043 \cdot 10^{-9} \text{ kg}^{-2} \text{ cow}^2 \text{ a}^2$)
$d_{\text{rape, mixed}}$	coefficient ($d_{\text{rape, mixed}} = 1,71 \cdot 10^{-12} \text{ kg}^{-3} \text{ cow}^3 \text{ a}^3$)

4.3.4.2 Mass fractions of feed constituents in grass based diets / Mengenanteile der Futterbestandteile in Rationen auf Grassilage-Basis

For roughage, only grass silage is used.

Als Raufutter wird ausschließlich Grassilage verwendet.

Standard concentrate MLF 18/3 is supplemented with wheat in varying shares. The share of wheat in concentrates is depending on milk yield as displayed in Figure 4.4:

Krafftutter MLF 18/3 wird mit variierenden Mengen Weizen supplementiert. Der Anteil von Weizen im Krafftuttermischung ist milchleistungsabhängig wie in Figure 4.4 gezeigt:

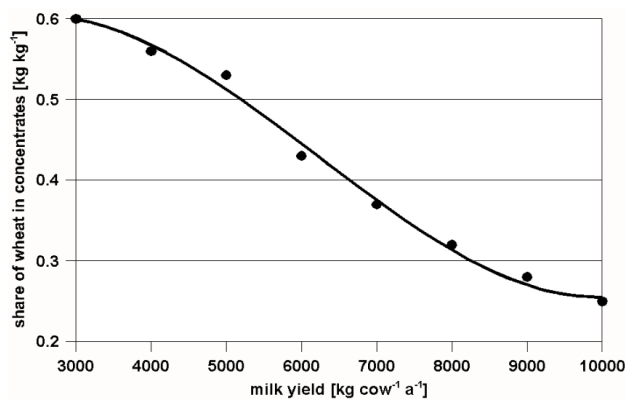


Figure 4.4: Standard grass based feeds, share of wheat in concentrates as function of milk yield

The resulting steady function reads

Daraus resultiert folgende stetige Funktion:

$$X_{\text{wheat, grass}} = a_{\text{wheat, grass}} + b_{\text{wheat, grass}} \cdot Y_m + c_{\text{wheat, grass}} \cdot Y_m^2 + d_{\text{wheat, grass}} \cdot Y_m^3 \quad (4.43)$$

where

$X_{\text{wheat, grass}}$	ratio of wheat in total concentrates, grass based diet (in kg kg ⁻¹)
$a_{\text{wheat, grass}}$	constant ($a_{\text{wheat, grass}} = 0.47054 \text{ kg kg}^{-1}$)
$b_{\text{wheat, grass}}$	coefficient ($b_{\text{wheat, grass}} = 1.238 \cdot 10^{-4} \text{ kg}^{-1} \text{ cow a}$)
Y_m	milk yield (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹)
$c_{\text{wheat, grass}}$	coefficient ($c_{\text{wheat, grass}} = -3.1446 \cdot 10^{-8} \text{ kg}^{-2} \text{ cow}^2 \text{ a}^2$)
$d_{\text{wheat, grass}}$	coefficient ($d_{\text{wheat, grass}} = 1,688 \cdot 10^{-12} \text{ kg}^{-3} \text{ cow}^3 \text{ a}^3$)

The share of standard concentrate MLF 18/3 is

Der Anteil von MLF 18/3 im Kraftfutter ist

$$X_{\text{MLF, grass}} = 1 - X_{\text{wheat, grass}} \quad (4.44)$$

4.3.4.3 Mean digestibility / Mittlere Verdaulichkeiten

Mean digestibilities are deduced from the diet compositions during and outside the lactation period, as listed in Table 4.17. The variable duration of the lactation period is taken into account.

Die mittleren Verdaulichkeiten berechnen sich aus den in Table 4.17 angegebenen Futterzusammensetzungen während und außerhalb der Laktationszeit unter Berücksichtigung des Anteils der Laktationszeit:

$$X_{\text{DE}} = \frac{m_{\text{F, lac}} \cdot (x_{\text{conc, lac}} \cdot x_{\text{DE, conc}} + x_{\text{rough, lac}} \cdot x_{\text{DE, rough}}) + m_{\text{F, dry}} \cdot (x_{\text{conc, dry}} \cdot x_{\text{DE, conc}} + x_{\text{rough, dry}} \cdot x_{\text{DE, rough}})}{m_{\text{F}}} \quad (4.45)$$

where

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

4.3.5 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The CH₄ emission from enteric fermentation is derived from the gross energy intake (see Chapter 4.3.3.9) and the methane conversion factor as follows:

Die CH₄-Emission aus der Verdauung wird aus der Gesamtenergie-Aufnahme (s. Kapitel 4.3.3.9) mit Hilfe des Methan-Umwandlungsfaktors berechnet:

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}} = GE \cdot \frac{x_{\text{CH}_4} \cdot \alpha}{\eta_{\text{CH}_4}} \quad (4.46)$$

where

$EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$	emission factor for CH ₄ from enteric fermentation (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE	gross energy intake (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹)
x_{CH_4}	methane conversion factor (in MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ (kg CH}_4\text{)}^{-1}$)

Ellis et al. (2007) investigated 10 regression approaches relates $x_{\text{CH}_4, \text{GE}}$ to feed properties. Of these, the equation using entities provided in the German inventory yielding the smallest root mean square prediction error uses the proportion of roughage intake as in the following equation:

$$x_{\text{CH}_4, \text{GE}} = \frac{E_{\text{CH}_4}}{GE} = \frac{1}{GE} \cdot (a + b \cdot DM) \quad (4.47)$$

where

$x_{\text{CH}_4, \text{GE}}$	methane conversion factor related to GE (in MJ MJ ⁻¹)
E_{CH_4}	methane emitted daily (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹)
GE	gross energy intake (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹)
a	constant ($a = 8.56 \text{ MJ cow}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
b	coefficient ($b = 0.14 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
DM	DM intake (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹)

Uncertainty of the emission factor

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. The inventory uses the Tier 3 methodology to calculate $EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$. At present, uncertainties are not yet available with respect to feed compositions. Hence, an emission factor uncertainty of 20 % applies as estimated in IPCC(2006)-10.33 for the simpler Tier-2-methodology. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

Ellis et al (2007) untersuchten 10 Regressionsansätze, die $x_{\text{CH}_4, \text{GE}}$ aus Futtereigenschaften ableiten. Diejenige Gleichung, die auf in Deutschland verfügbare Daten zurückgreifen kann und die kleinste Standardabweichung aufweist, benötigt den Raufutteranteil als Eingangsgröße:

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Im Inventar wird der Emissionsfaktor mit Tier-3-Methodik berechnet. Bislang liegen aber keine Unsicherheitsangaben zur Futtermittelzusammensetzung vor. Daher wird die in IPCC(2006)-10.33 für die einfachere Tier-2-Methodik angegebene Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

4.3.6 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

A Tier-3 approach is used to treat CH₄ emissions from manure management of dairy cows (cf. Chapter 3.4.3.4).

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-3-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.4.

4.3.6.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

In its Tier 2 approach, IPCC (2006), pg. 10.42, relates the emissions of CH₄ from manure management to the rate of volatile solids excreted. The equation may be rewritten as follows:

Im Stufe-2-Ansatz von IPCC (2006), S. 10.4, werden die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management auf die Menge der ausgeschiedenen „volatile solids“ bezogen. Die dort angegebene Gleichung lässt sich wie folgt umformen:

$$VS_{\text{excr}} = \frac{1}{b} \cdot (FE + UE) \cdot (1 - X_{\text{ash}}) \quad (4.48)$$

where

VS_{excr}	amount of VS excreted daily (in kg cow ⁻¹ d ⁻¹ VS)
b	conversion factor for dietary GE per kg of DM ($b = 18.45 \text{ MJ kg}^{-1}$)
FE	faecal energy excreted (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹)
UE	urine energy excreted (in MJ cow ⁻¹ d ⁻¹)
X_{ash}	ash content of faeces (in kg kg ⁻¹)

IPCC (2006), vol. 3, pg. 4.23, explains b as being “the energy density of feed is about 18.45 MJ per kg of DM. This value is relatively constant across a wide range of forage and grain-based feeds commonly consumed by livestock.”

The faecal energy can be expressed as

$$FE = GE \cdot (1 - X_{DE}) \quad (4.49)$$

where

GE gross energy intake (in MJ cow⁻¹ d⁻¹)
 X_{DE} digestibility of organic matter (in kg kg⁻¹)

The urine energy is related to the gross energy

$$UE = a \cdot GE \quad (4.50)$$

where a is generally assumed to be a more or less constant proportion $0.03 < a < 0.07$. IPCC(2006)-10.42, suggests $a = 0.04$ MJ MJ⁻¹.

The ash content X_{ash} varies with time and feed. For the purpose of emission reporting, IPCC (2006) suggests a constant ash content of 0.08 kg kg⁻¹. This inventory makes use of the national data provided by Henning and Poppe (1975), pg. 172 (0.139 kg kg⁻¹).

In principle, CH₄ emissions from manure management are related to the amount of degradable volatile solids. The relation between the excretion rates of total VS (VS_{excr}), degradable VS (VS_d) and non-degradable VS (VS_{nd}) is as follows:

$$VS_{excr} = VS_d + VS_{nd} \quad (4.51)$$

In a first approach, VS_d is proportional to VS_{excr} . The factor relating the two is depending on the composition of the excreta. The methodology proposed by IPCC (2006), pg. 10.41, considers this in a “maximum methane producing capacity for manure”, B_0 , which is listed for each animal category. IPCC (2000), pg. 4.32, recommends that countries should establish national B_0 values. So far, Germany relies on the IPCC default value listed in IPCC (2006), Tables 10A-4.

4.3.6.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Dabei erläutert IPCC (2006), Bd. 3, S. 4.23, die Größe b als den Energie-Gehalt des Futters und setzt diesen Wert von 18,45 MJ pro kg Trockenmasse konstant. Dieser Wert ist typisch für die meisten Futtermische.

Die Kotenergie kann dann wie folgt berechnet werden:

Die Harnenergie wird als Anteil der Gesamtenergie berechnet:

Dabei wird allgemein angenommen, dass es sich um einen mehr oder weniger konstanten Bruchteil handelt ($0.03 < a < 0.07$). IPCC(2006)-10.42 schlägt $a = 0.04$ MJ MJ⁻¹ vor:

Der Asche-Gehalt X_{ash} ist eine Funktion der Zeit und des Futters. IPCC (2006) schlägt die Verwendung eines konstanten Gehaltes von 0,08 kg kg⁻¹ vor. In diesem Inventar wird der von Henning und Poppe (1975), S. 172, ermittelte Wert von 0,139 kg kg⁻¹ verwendet.

Im Prinzip wären die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management auf den Anteil der abbaubaren „volatile solids“ zu beziehen. Die Gesamtmenge an VS (VS_{excr}) teilt sich in abbaubare (VS_d) und nicht abbaubaren VS (VS_{nd}):

In erster Näherung ist VS_d proportional zu VS_{excr} . Der Proportionalitätsfaktor ist von der Zusammensetzung der Exkremente abhängig. IPCC (2006), S. 10.41, berücksichtigt diesen Umstand in der „größtmöglichen Methan-Bildungskapazität für Wirtschaftsdünger“, B_0 , die für jede Tierkategorie angegeben wird. IPCC (2006), S. 4.32, empfiehlt die Verwendung nationaler B_0 -Werte. Deutschland verwendet vorerst die bei IPCC (2006) in Tabelle 10A-4 angegebenen Werte.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

4.3.6.3 Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren

Maximum methane producing capacity (B_0) and conversion factors (MCF) for the respective manure storage system are taken from IPCC(2006)-10.78 (Western Europe) and IPCC(2006)-10.38, respectively (Tables 10A-5 and 10.14), see Table 4.18.

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

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 17.2).

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

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

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet.

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

Maximum methane producing capacity B_0	0.24	$m^3 kg^{-1} CH_4$
<i>MCF</i> liquid/slurry		
with natural crust	temperature dependent, 0.10 to 0.15	$kg kg^{-1} C$
without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	$kg kg^{-1} C$
<i>MCF</i> solid storage	0.02	$kg kg^{-1} C$
<i>MCF</i> deep litter	temperature dependent, 0.17 to 0.25	$kg kg^{-1} C$
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	$kg kg^{-1} C$

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

The temperatures needed are obtained as described in Chapter 17.1.

Die benötigten Temperaturen werden wie in Kapitel 17.1 beschrieben erhalten.

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

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

These data are provided by the agricultural sector model RAUMIS (see Chapter 17.2).

Die Berechnung der Emissionsfaktoren erfordert die Kenntnis der emissionsbestimmenden Variablen, insbesondere Stalltypen, Lagertypen und Formen der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.

Diese Daten wurden mit Hilfe des Agrarsektor-modells RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) gewonnen.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

In the present inventory, a very detailed approach is used to assess feed intake, energy and nutrient intake, CH_4 from enteric fermentation as well as VS and N excretion rates. This approach based on as much national information as possible. It differentiates between regional feeds, temperatures as well as housing and storage systems.

In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on both CH_4 and N_2O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases than IPCC 1996. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH_3 emissions.

In addition, IPCC 2006 provides temperature de-

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Dieses Inventar beschreibt Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme, CH_4 -Freisetzung aus der Verdauung sowie VS- und N-Ausscheidungen mit einem sehr detaillierten Ansatz, der so viele nationale Einzelheiten wie möglich nutzt. Es werden regional unterschiedliche Fütterungsregime, Temperaturen, Stall- und Lagerungssysteme berücksichtigt.

Es ist wichtig, in dem verwendeten Massenfluss-Ansatz zwischen diesen Stall- und Lagerungsverfahren zu unterscheiden, da sie sich auf die CH_4 - und N_2O -Emissionsfaktoren auswirken.

IPCC 2006 erlaubt hier eine differenziertere Beschreibung für beide Gase als IPCC 1996. Die Benutzung von IPCC 2006 erlaubt es auch, den Massenfluss konsistent mit den NH_3 -Emissionen zu berechnen.

Darüber hinaus ermöglicht IPCC 2006 die Ver-

pendent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 equals that of IPCC 1996.

The methane conversion factor (MCF) for solid storage given by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

4.3.7 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. All cattle types are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.10). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

4.3.8 N intake with feed and N excretion / N-Aufnahme mit dem Futter und N-Ausscheidung

4.3.8.1 N intake / N-Aufnahme

The N intake can be calculated using the following equation:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot \sum_{i=1}^i DM_i \cdot x_{\text{N, XP, } i} \quad (4.52)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen in feed (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
DM_i	amount of DM consumed with feed constituent i (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ ME)
$x_{\text{N, XP, } i}$	crude protein content of feed constituent i (in kg kg ⁻¹ XP)

However, the applicability of this equation is restricted to those cases where both the amounts fed and the diet composition are known. For emission inventories, the amount of DM intake can be modelled adequately. For the protein content of the feed assumptions have to be made with regard to typical regional feeds.

The N intake during grazing is assessed using the following relation and data:

wendung temperaturabhängiger Methan-Umwandlungsfaktoren, während IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die in IPCC 2006 angegebene maximale Methan-Bildungskapazität ist die gleiche wie in IPCC 1996.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist ist größer als der in IPCC 1996.

Der MCF für Weide ist der gleiche in IPCC 2006 und IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 3.4.4. Für alle Rinder werden die gleichen NMVOC-Emissionsfaktoren verwendet (Table 4.10). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Die N-Aufnahme kann mit Hilfe der folgenden Beziehung berechnet werden:

Diese Beziehung gilt jedoch nur für solche Fälle, in denen die Menge und die Zusammensetzung des Futters bekannt sind. Für die Anwendung in Emissionsinventaren kann die Trockenmasse-Aufnahme hinreichend gut modelliert werden. Für die Protein-Gehalte des Futters müssen Annahmen zur Futterzusammensetzung gemacht werden, die die regionalen Unterschiede beim Futterangebot berücksichtigen.

Die N-Aufnahme beim Weidegang wird mit der folgenden Beziehung beschrieben:

$$m_{\text{graz}} = DM_{\text{rough, graz}} \cdot x_{\text{XP, rough, graz}} \cdot x_{\text{N}} \quad (4.53)$$

where

m_{graz}	mean nitrogen intake during grazing (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
$DM_{\text{rough, graz}}$	DM intake during grazing (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ DM)
$x_{\text{XP, rough, graz}}$	mean nitrogen content of crude protein XP in feed (in kg kg ⁻¹ XP)
x_{N}	nitrogen content in XP ($x_{\text{N}} = 1/6.25$ kg kg ⁻¹ N)

4.3.8.2 Overall nitrogen excretion / Gesamtausscheidung von Stickstoff

The accuracy of the modelling of the emissions of N species depends significantly on the accuracy of the assessment of N excretion rates (Webb et al., 2005). Both overall and renal excretion rates are needed (Dämmgen and Hutchings, 2008).

The nitrogen balance offers a direct assessment of the amount of N excreted:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{faeces}} + m_{\text{urine}} = m_{\text{feed}} - (m_{\text{g}} + m_{\text{l}} + m_{\text{p}} + m_{\text{s}}) \quad (4.54)$$

where

m_{excr}	amount of N excreted with faeces and urine (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{faeces}	amount of N excreted with faeces (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{urine}	amount of N excreted with urine (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{feed}	amount of N taken in with feed (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{g}	amount of N retained in weight gained (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{l}	amount of N exported with milk (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{p}	amount of N excreted in conception products (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{s}	amount of N lost in skin and hair (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)

The amount of N lost with hair and skin can be obtained from

$$m_{\text{surface}} = \alpha \cdot \beta \cdot d \cdot \left(\frac{w}{w_{\text{unit}}} \right)^e \quad (4.55)$$

where

m_{surface}	N losses with skin and hair N (in kg cow ⁻¹ a ⁻¹ N)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
β	mass units conversion factor ($\beta = 0.001$ kg g ⁻¹)
d	coefficient ($d = 0.018$ g cow ⁻¹ d ⁻¹ N)
w	animal weight (in kg cow ⁻¹)
w_{unit}	unit weight ($w_{\text{unit}} = 1$ kg cow ⁻¹)
e	exponent ($e = 0.75$)

These losses add up to about 1 kg cow⁻¹ a⁻¹ N. They have to be added to m_{faeces} to assess the organic N input to the manure management system.

Die Genauigkeit der N-Emissionsmodellierung hängt entscheidend von der Güte der Ausscheidungsberechnung ab (Webb et al., 2005). Benötigt werden die Gesamt-N-Ausscheidungen sowie die renalen Ausscheidungen (Dämmgen und Hutchings, 2008).

Die Stickstoff-Bilanz ermöglicht eine direkte Berechnung der ausgeschiedenen N-Menge:

Der mit Haut- und Haarverlusten einhergehende N-Austrag kann wie folgt erhalten werden:

Diese N-Verluste belaufen sich größenordnungsmäßig auf 1 kg cow⁻¹ a⁻¹ N. Sie werden zusammen m_{faeces} als Eintrag von organischem N in das Wirtschaftsdünger-Management behandelt.

4.3.8.3 Renal and faecal nitrogen excretion and TAN content of excreta / Stickstoff-Ausscheidung mit Harn und Kot und TAN-Gehalte der Ausscheidungen

Emissions of N species are usually related to the reactive nitrogen excreted. This is almost entirely excreted with urine and consists of urea and allantoin

Die Emissionen von N-Spezies werden normalerweise auf die Menge an vorhandenem reaktivem Stickstoff bezogen. Dieser wird nahezu ausschließlich

(see e.g. Dämmgen and Erisman, 2005). As the enzyme urease is ubiquitous, these compounds decompose readily to yield ammonium (NH_4). NH_4 and NH_3 in excreta are summarized as total ammoniacal nitrogen (TAN).

It would be advantageous to assess renal N excretion directly. However, no simple modelling procedure is available. Complex models such as Molly require input information that is not normally available (e.g. Johnson and Baldwin, 2008). Renal N excretion cannot be related to the N intake with feed satisfactorily (e.g. Kebreab et al., 2001, 2002; Gehman et al., 2008). For the purpose of inventory making, measurements of milk urea N are likely to provide an adequate tool to estimate renal N excretion (e.g. Lebzien et al., 2008). These data is not available yet, so an indirect approach of quantifying faecal N excretion is used:

$$m_{\text{urine}} = m_{\text{excr}} - m_{\text{faeces}} \quad (4.56)$$

where

- m_{urine} amount of N excreted in urine (in $\text{kg cow}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
- m_{excr} amount of N excreted with faeces und urine (in $\text{kg cow}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
- m_{faeces} amount of N excreted with faeces (in $\text{kg cow}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

Faecal N excretion is almost independent of the N intake with feed. It is rather dominated by microbial XP synthesis in the rumen. The calculation procedure used in this inventory (Equation (4.49)), is based on Danish experimental results, and takes N input into account. However, the effect of N in feed is comparatively small:

$$m_{\text{faeces}} = \alpha \cdot \beta \cdot \left(a \cdot \frac{m_{\text{feed}}}{\alpha} + \left(b \cdot \frac{DM}{\alpha} + c \cdot \left(\frac{DM}{\alpha} \right)^2 \cdot x_{\text{N}} \right) \right) \quad (4.57)$$

where

- m_{faeces} N excreted with faeces (in $\text{kg cow}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
- α time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
- β mass units conversion factor ($\beta = 0.001 \text{ kg g}^{-1}$)
- m_{feed} N intake with feed (in $\text{kg cow}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
- a constant ($a = 40 \text{ g kg}^{-1}$)
- DM DM intake (in $\text{kg cow}^{-1} \text{a}^{-1}$)
- b constant ($b = 20 \text{ g kg}^{-1}$)
- c constant ($c = 1.8 \text{ kg}^{-1} \text{ cow a}$)
- x_{N} nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)

The fraction of TAN in excreta X_{TAN} is then calculated from:

$$X_{\text{TAN}} = \frac{m_{\text{urine}}}{m_{\text{excr}}} \quad (4.58)$$

mit dem Harn als Harnstoff und Allantoin ausgeschieden (siehe z.B. Dämmgen und Erisman, 2005). Das allgegenwärtige Enzym Urease baut diese Verbindungen rasch zu Ammonium (NH_4) ab. Die Summe von NH_4 und NH_3 in den Ausscheidungen wird als TAN (total ammoniacal nitrogen) bezeichnet.

Wünschenswert wäre eine direkte Modellierung des renal ausgeschiedenen N. Ein einfaches Modell hierfür ist jedoch nicht verfügbar. Für komplexe Modelle wie Molly (Johnson und Baldwin, 2008) können die Daten nicht bereit gestellt werden. Renales N kann nicht befriedigend auf die mit dem Futteraufgenommene N-Menge bezogen werden (vgl. Kebreab et al., 2001, 2002, Gehman et al., 2008). Die Möglichkeit, die renal ausgeschiedenen N-Mengen über den Milch-Harnstoff-Gehalt zu erschließen (siehe z.B. Lebzien et al., 2008) scheidet aus, da keine vollständigen Datensätze für den Berichtszeitraum verfügbar sind. Die renal ausgeschiedenen N-Mengen werden deshalb über die fäkal ausgeschiedenen errechnet:

Die fäkale N-Ausscheidung ist nahezu unabhängig von der N-Aufnahme; sie wird vielmehr von der mikrobiellen XP-Synthese im Pansen bestimmt. Das im vorliegenden Inventar verwendete Verfahren Verfahren beruht auf dänischen experimentellen Daten und berücksichtigt die N-Aufnahme mit dem Futter in vergleichsweise geringem Umfang (Gleichung (4.49)).

Der relative TAN-Gehalt der Ausscheidungen, X_{TAN} ergibt sich dann wie folgt:

4.3.8.4 *N entering pasture and the manure management system / N-Einträge in die Weide und in das Wirtschaftsdünger-Management*

The overall amount of nitrogen considered for the assessment of the pasture and manure management mass flow is:

$$m_{MM} = m_{faeces} + m_{urine} + m_s \quad (4.59)$$

where

- m_{MM} amount of N entering pasture and the manure management system (in kg cow⁻¹ a⁻¹ N)
- m_{faeces} amount of N excreted with faeces (in kg cow⁻¹ a⁻¹ N)
- m_{urine} amount of N excreted with urine (in kg cow⁻¹ a⁻¹ N)
- m_s amount of N in surface losses (in kg cow⁻¹ a⁻¹ N)

The amounts of organic N $m_{org, MM}$ and TAN_{MM} are:

Die insgesamt in das Wirtschaftsdünger-Managementssystem bzw. die Weideflächen eingebrachten N-Mengen betragen

Dabei betragen die Mengen an organischem N, $m_{org, MM}$, und TAN, TAN_{MM} ,

$$m_{org, MM} = m_{faeces} + m_s \quad (4.60)$$

$$TAN_{MM} = m_{urine} \quad (4.61)$$

4.3.8.5 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts are given in Table 4.19. For the properties of straw see Chapter 3.6.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.19 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage, see Table 4.19.

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren, s. Table 4.19.

Table 4.19: Dairy cows, N inputs with straw in German dairy cattle houses

Animal house type		straw input ^d kg pl ⁻¹ d ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ d ⁻¹
tied systems		5.0 ^a	4.3	21.5·10 ⁻³	10.8·10 ⁻³
loose housing	cubicles	5.0 ^b	4.3	21.5·10 ⁻³	10.8·10 ⁻³
loose housing	deep litter	8.0 ^c	6.9	34.4·10 ⁻³	17.2·10 ⁻³
loose housing	sloped floor	5.0 ^d	4.3	21.5·10 ⁻³	10.8·10 ⁻³

^a Source: KTBL (2006a), pg. 221

^b Assumption: same value as for loose housing, sloped floor (preliminary KTBL expert judgement, Brigitte Eurich-Menden)

^c Source: KTBL (2006a), pg. 261

^d Source: KTBL (2006a), pg. 269

4.3.8.6 *Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide*

4.3.8.6.1 *N excreted in the house, the dairy parlour and during grazing / N-Ausscheidungen im Stall, im Melkstall und auf der Weide*

The amounts excreted during grazing are related to the residence times within the animal houses and the duration of grazing. Daily grazing times of 24 h and 10 h are considered.

Die Anteile der Ausscheidungen richten sich nach der Aufenthaltsdauer im Stall bzw. auf der Weide. Es wird zwischen ganztägigem Aufenthalt auf der Weide und einem 10-stündigen Aufenthalt unterschieden.

The percentage of animals, which are grazed in either form, is deduced from agricultural census data using RAUMIS (see Chapter 17.2).

Die Anteile der Tiere, die in einer der beiden Formen weiden, wird aus Agrarstatistikdaten mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 17.2).

The assessment of the duration of the grazing pe-

Die Schätzung der Weidetage basieren NICHT auf

riod are NOT obtained from a model, but based upon KTBL data describing vegetation properties and work routines in plant production.

With respect to emission factors, excreta dropped during milking on hard standings are dealt with as excretions in cubicle houses. The amount of excreta is not proportional to the time spent in these areas. It is assumed that the increased activity of the animals leads to an increase in excretion dropping by about 15 % of the excreta before, during and after milking. The increased excretion rate is accounted for by definition of an apparently extended milking duration, leading to an “effective duration” of milking is 3.5 h d^{-1} .

Then, the amounts of N excreted on pasture, in the yards, and in the house are given by the following equations:

$$x_{\text{excr, graz}} = \frac{\tau_{\text{graz}}}{\alpha} = \left[x_{\text{graz, 1}} \cdot (\delta - \tau_{\text{milk}} - \tau_{\text{yard}}) + x_{\text{graz, 2}} \cdot \tau_{\text{graz, 2}} \right] \cdot \frac{1}{\delta} \quad (4.62)$$

$$x_{\text{excr, yard}} = \frac{\tau_{\text{yard}}}{\delta} \quad (4.63)$$

$$x_{\text{excr, house}} = 1 - (x_{\text{excr, graz}} + x_{\text{excr, yards}}) \quad (4.64)$$

where

$x_{\text{excr, graz}}$	fraction of excreta dropped during grazing (in kg kg^{-1})
τ_{graz}	time spent grazing (in d a^{-1})
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$x_{\text{graz, 1}}$	fraction of animals grazing all day (in pl pl^{-1})
δ	time constant ($\delta = 24 \text{ h d}^{-1}$)
τ_{milk}	effective time spent in milking parlour (in h d^{-1})
τ_{yard}	time spent in yards (in h d^{-1})
$x_{\text{graz, 2}}$	fraction of animals grazing part of the day (in pl pl^{-1})
$\tau_{\text{graz, 2}}$	time spent grazing (in h d^{-1})
$x_{\text{excr, yard}}$	fraction of excreta dropped in yards (in kg kg^{-1})
$x_{\text{excr, house}}$	fraction of excreta dropped in the house (in kg kg^{-1})

4.3.8.6.2 Frequency distribution of housing types / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen

The fraction of the respective housing type is assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Der Anteil der jeweiligen Stallformen wird in RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet und bereitgestellt.

4.3.8.6.3 Duration of grazing / Dauer des Weidegangs

The duration of grazing (number of days grazing, hours of grazing per day) are assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Der Dauer des Weidegangs (Zahl der Weidetage, Dauer der täglichen Weide) wird in RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet und bereitgestellt.

4.3.8.6.4 Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

The $\text{NH}_3\text{-N}$ emission factor for grazing is accord-

Der auf die ausgeschiedene N-Menge bezogene

Modellkreisbefragungen, sondern auf Daten des KTBL zu Vegetationsablauf und Arbeitsphasen im Pflanzenbau.

Für die während des Melkens auf planbefestigten Oberflächen abgesetzten Ausscheidungen werden die für den Liegeboxenlaufstall gegebenen Emissionsfaktoren verwendet. Die beim Melken ausgeschiedene Menge ist nicht proportional zur Zeit, die die Tiere auf diesen Flächen verbringen. Wegen der erhöhten Aktivität der Tiere wird angenommen, dass sie rund 15 % der Gesamtausscheidungen vor, beim und unmittelbar nach dem Melken absetzen. Die erhöhte Ausscheidungsrate wird durch eine effektiv verlängerte Melkdauer von $3,5 \text{ h d}^{-1}$ berücksichtigt.

Schließlich ergibt sich für die auf der Weide, im Melkstall und im Stall ausgeschiedenen N-Mengen:

ing to Döhler et al. (2002), updated according to Misselbrook (2001): $EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, related to N excreted.

N_2O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated according to Chapter 12.2. For further details see Chapters 3.5.2.2.3 and 4.3.8.6.1.

Partial NH_3 emission factors were fixed for all relevant housing systems, cf. Table 4.20 They are based on absolute data by Döhler et al. (2002). The derivation of relative data can be found in Dämmgen et al. (2010a). In Table 4.20 they give the amount of $\text{NH}_3\text{-N}$ emitted per mass unit of TAN.

Emissionsfaktor für $\text{NH}_3\text{-N}$ bei Weidegang beträgt (Döhler et al., 2002, aktualisiert nach Misselbrook, 2001): $EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}} = 0,075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden nach Kapitel 12.2 berechnet. Zu weiteren Einzelheiten siehe Kapitel 3.5.2.2.3 und 4.3.8.6.1.

Die für die relevanten Stallsysteme angesetzten partiellen NH_3 -Emissionsfaktoren beruhen auf absoluten Daten von Döhler et al. (2002). Zur Ableitung relativer Daten vgl. Dämmgen et al. (2010a). Table 4.20 gibt sie als die Menge $\text{NH}_3\text{-N}$ an, die pro TAN-Masseinheit emittiert wird.

Table 4.20: Dairy cows, partial emission factors for $\text{NH}_3\text{-N}$ from housing (related to TAN)

			EF_{house} (in $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$)
slurry based	tied systems		0.066
	loose housing	cubicles	0.197
straw based	tied systems		0.066
	loose housing	cubicles	0.197
	loose housing	deep litter	0.197
	loose housing	sloped floor	0.213

The EF for the dairy parlour are assumed to equal those of cubicle houses ($EF_{\text{milk}} = 0.197 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$).

Der EF für den Melkstand wird dem für Boxenlaufställe gleichgesetzt ($EF_{\text{milk}} = 0,197 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$).

4.3.8.7 Emissions during storage / Emissionen aus dem Lager

4.3.8.7.1 Frequency distribution of storage types / Häufigkeitsverteilung der Lagertypen

Storage of slurry distinguishes storage underneath the slatted floor from storage in a separate slurry tank within the house as well as from several different outdoor storage systems. Emissions from separate slurry tanks within houses are dealt with in the same way as outdoor tanks with solid covers.

For leachate ("Jauche") it is assumed that 100 % are stored in tanks with solid covers.

The frequency distribution of storage types is assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Bei der Gülle-Lagerung wird zwischen Lagerung im Stall unter dem Spaltenboden, der Lagerung im separaten Güllekeller unter dem Stall und zwischen mehreren Formen des Außenlagers unterschieden. Separate Güllekeller werden wie Außenlager mit fester Abdeckung behandelt.

Für Jauche wurde angenommen, dass sich 100 % in Behältern mit fester Abdeckung befinden.

Die Häufigkeitsverteilung der Lagertypen wird mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (vgl. Kapitel 17.2) ermittelt.

4.3.8.7.2 Partial emission factors "storage" for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2

Emission factors for NH_3 are taken from EMEP(2007)_B1090_37, referred to Döhler et. al. (2002). They are recalculated in order to relate to TAN (see Chapter 4.2.2).

N_2O emission factors are used as in IPCC(2006)-10.62ff. As with emissions from soils it was assumed that the NO emission factor $EF_{\text{storage, NO}}$ is one tenth of that of N_2O emissions $EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}$ and that N_2 emissions are approximately 3fold (Jarvis and Pain, 1994; see also Chapter 3.5.2.2.3). These emission

Die Emissionsfaktoren für NH_3 entsprechen den Werten in EMEP(2007)_B1090_37, die auf Döhler et. al. (2002) zurückgehen. Sie werden auf TAN umgerechnet (vgl. Kapitel 4.2.2).

Die N_2O - Emissionsfaktoren sind IPCC(2006)-10.62ff entnommen. Annahme wie bei den Emissionen aus Böden: der NO-Emissionsfaktor $EF_{\text{storage, NO}}$ ist gleich einem Zehntel des N_2O -Emissionsfaktors $EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}$; es wird etwa die dreifache Menge an N_2 freigesetzt (Jarvis und Pain, 1994; siehe auch Kapitel

factors are related to the total amount of nitrogen available which is the sum of N excreted and N input by bedding material.

The emission factors used in this inventory are listed in Table 4.2 and Table 4.3.

4.3.8.8 Emissions during spreading / Emissionen bei der Ausbringung

All types of spreading of slurry and manure applied at present as well as new techniques already known but not yet used are considered in the work book.

NH₃ emission factors for Germany were derived from experimental data according to Döhler et al. (2002), and relate to a annual mean air temperature of 15 °C. These factors are collated in Chapter 4.2.3.

The frequency distribution of spreading techniques and times before incorporation are assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 17.2).

3.5.2.2.3). Diese Emissionsfaktoren beziehen sich auf die Summe von ausgeschiedener N-Menge und N-Eintrag durch Einstreu.

Die im Inventar verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.2 und Table 4.3 zusammengestellt.

Für alle Formen von Wirtschaftsdüngern wurden die üblichen sowie die derzeit bekannten möglichen neuen Verfahrensvarianten in die Rechenmappen aufgenommen.

Die NH₃-Emissionsfaktoren für Deutschland wurden anhand experimenteller Daten festgelegt (Döhler et al., 2002). Sie beziehen sich auf eine jahresmittlere Lufttemperatur von 15 °C. Sie sind in Kapitel 4.2.3 zusammengestellt.

Der Anteil der jeweils eingesetzten Ausbringungstechniken und die Zeiten bis zur Einarbeitung werden in RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet und bereitgestellt.

4.3.8.9 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assessment of N excretions can be achieved with an uncertainty < 10 % (cf. Dämmgen et al., 2009b).

EMEP (2007)-B1090-19 gives an uncertainty of 30 % for NH₃ without referring to any details. A normal distribution is assumed.

IPCC(2006)-10.67 provide an overview on N losses from manure management systems. The ranges listed there may well serve as a means to assess uncertainties for N₂O emission factors. For dairy cattle we assume an uncertainty of about 30 %.

Both NO and N₂ emission factors are derived from N₂O emission factors. The use of constant ratios results in additional uncertainties. Thus, we estimate the uncertainty of NO and N₂ emission factors to be in the order of magnitude of 50 %.

For these three species we also assume a normal distribution.

Die Bestimmung der N-Ausscheidungen geschieht nach Dämmgen et al. (2009b) mit einer Ungenauigkeit < 10 %.

EMEP (2007)-B1090-19 gibt für NH₃ ohne weitere Einzelheiten eine Unsicherheit von 30 % an. Eine Normalverteilung wird angenommen.

IPCC(2006)-10.67 gibt eine Übersicht über N-Verluste aus Wirtschaftsdüngerlagern. Die dort angegebenen Daten werden als Maß für die Unsicherheit auch der N₂O-Emissionsfaktoren verwendet. Demnach ist für Milchkühe mit einer Unsicherheit von 30 % zu rechnen.

Die NO- und N₂-Emissionsfaktoren leiten sich von den N₂O-Faktoren ab. Diese Ableitung beinhaltet weitere Unsicherheiten. Für diese Stoffe wird deshalb mit einer Unsicherheit von etwa 50 % gerechnet.

Die Verteilung wird in allen drei Fällen als normal angenommen.

4.3.9 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

4.3.9.1 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in 4.3.8.6.4 and 4.3.8.7.2.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in den Kapiteln 4.3.8.6.4 und 4.3.8.7.2 entnommen.

4.3.9.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 4.21 (EMEP(2007) B1100).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.21 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

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

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2,5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
dairy cattle	tied or litter	0.70	0.45
	cubicles (slurry)	0.36	0.23

Source: EMEP(2007)-B1100-5

4.3.10 Intercomparison of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich resultierender Emissionsfaktoren (IEF) und emissionsserklärender Variablen mit denen benachbarter Staaten

German implied emission factors (IEF) and important emission explaining variables are compared with those of adjoining countries and countries, whose agricultural practice can be compared to German conditions. The data used and calculated in this inventory are compared with the latest published results.

Zum Vergleich der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit wichtigen Einflussgrößen solcher Staaten, die benachbart sind oder deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, werden die deutschen Werte dieses Inventars den letzten veröffentlichten Daten gegenübergestellt.

4.3.10.1 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

Table 4.22 allows for a comparison of implied emission factors for enteric fermentation and the data governing these emissions..

Table 4.22 zeigt die Vergleichsdaten für die Emissionen aus der Verdauung mit den sie beeinflussenden Kenngrößen.

Table 4.22: Dairy cows, intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation (Germany: submission 2010, all other countries: 2009)

	$IEF_{CH_4, ent, dc}$	milk yield	animal weight	pregnancy	digestibility	methane conversion rate
	In kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄	in kg an ⁻¹ d ⁻¹	in kg an ⁻¹	In %	in %	in MJ MJ ⁻¹
Austria	115.04	16.43	700	90	70	0.06
Belgium	118.29		1200			
Czech Republic	115.33	18.08	585	90	60	0.06
Denmark	130.55	23.53	575	90	71	0.0593
Germany	113.81	18.69	653	79	75.5	0.0534
France	117.84	17.37				
Netherlands	128.99					
Poland	95.88	12.12	500	84	63	0.06
Switzerland	110.78					0.06
United Kingdom	105.02	19.14	577		74	0.06
IPCC 2006 Tier 1 IEF (Table 10.11, Table 10.12)	117					0.065 ± 0.01

Source: UNFCCC (2009), Table 4.A.

The German emission factor is comparable to that of the neighbouring countries with similar agricultural structure and milk yield

Der deutsche Emissionsfaktor liegt auf dem Niveau der Nachbarländer mit vergleichbarer Landwirtschaftsstruktur und Milchleistung.

4.3.10.2 Methane from manure management /Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

Table 4.23 allows for a comparison of implied emission factors for from manure management and the data governing these emissions. In this inventory, Germany uses IPCC(2006) *MCFs*, differentiating i.a. between open tanks with and without a natural crust.

In Table 4.23, IEF values for German dairy cows are the second highest listed. Only The Netherlands report higher values. Due to lack of details these data cannot be reproduced.

However, the German IEF is similar to that of the United Kingdom (25.8 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄). The UK methodology is similar to the German one. (In the CRF tables for 2009, a VS excretion rate of 0.01 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS was reported which is an obvious transcription error. However, the value for 2008 was 3,44 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS).

The French value amounts to 18.3 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄ which is about two thirds of the German value. In contrast to Germany, liquid manure systems are far less frequent (10.6 % as compared to 83.4 % in Germany). This is only partly compensated by the high MCF values relevant for France.

The Danish IEF values are on the same level as the French ones, although the frequency of liquid manure systems is comparable to the German situation. However, the MCF used for Danish calculations is lower than the one used in Germany.

Table 4.23 zeigt Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management und wichtige Einflussgrößen. Deutschland verwendet in diesem Inventar *MCF*-Daten aus IPCC(2006), die u. A. zwischen Lagern mit und ohne Schwimmdecke unterscheiden.

In Table 4.23 weisen deutsche Milchkühe mit 27,1 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄ den zweithöchsten IEF-Wert auf. Der noch höhere Wert der Niederlande lässt sich mangels Detaildaten nicht nachvollziehen.

Der deutsche Wert wird durch das Ergebnis des Vereinigten Königreiches gestützt (25,8 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄), dessen Berechnungen als den den deutschen vergleichbar eingeschätzt werden (Bei der britischen VS-Ausscheidung von 0,01 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS handelt es sich um einen Fehleintrag unter UNFCCC 2009. Der Wert für 2008 beläuft sich auf 3,44 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS).

Frankreich liegt mit 18,3 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄ nur bei etwa zwei Dritteln des deutschen Wertes. Ein wichtiger Grund dafür ist die geringe Verbreitung von Flüssigmistsystemen (10,6 % gegenüber 83,4 % in Deutschland), die durch die hohen französischen MCF-Werte nur teilkompensiert wird.

Dänemark liegt beim IEF auf dem Niveau von Frankreich, obwohl es in der weiten Verbreitung der Flüssigmistsysteme eher mit Deutschland vergleichbar ist. Dies erklärt sich im Wesentlichen durch den niedrigeren dänischen MCF.

Table 4.23: Dairy cows, manure management, intercomparison of implied emission factors
(Germany: submission 2010, all other countries: 2009)

	<i>IEF</i> _{CH₄, MM, dc} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄	VS excreted in kg pl ⁻¹ d ⁻¹ VS	Frequency of liquid systems in %	MCF for liquid systems in %
Austria	20.36	4.23	18.95	39.00
Belgium	15.70		32.90	19.00
Czech Republic	14.00			
Denmark	18.79	4.94	85.80	10.00
Germany	27.08	4.32	83.4	13.4
France	18.31	5.10	10.6	45 / 72
Netherlands	39.19			
Poland	10.40	4.52	7.68	39.00
Switzerland	24.19	5.62	64.89	
United Kingdom	25.79	3.44 ¹	30.6 ¹	39.00 ¹
IPCC default (IPCC(2006)-10.77, Western Europe, cool region	21 to 29	5.1	35.7	17 to 25

Source: UNFCCC 2009, Table 4.B(a)
¹ UK: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

4.3.10.3 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

In Table 4.24, mean N excretion rates and resulting NH₃ emission rates of dairy cows are compared for various Central European states. Poland, the Czech Republic and France use default values (IPCC(1996)-3-4.99), hence the calculated implied emission factors (*IEF*_{NH₃, dc}) cannot be compared.

Table 4.24 vergleicht für einige europäische Staaten mittlere N-Ausscheidungen und resultierende NH₃-Emissionen von Milchkühen. Polen, die Tschechische Republik und Frankreich haben IPCC-default-Werte (IPCC(1996)-3-4.99) eingesetzt, womit die berechneten effektiven Emissionsfaktoren (*IEF*_{NH₃, dc})

The ratio of individual NH₃ emission rates to N excretion rates allows for a better comparison of the efficiency of the manure management with respect to NH₃ emissions. This ratio shows that the German situation does not deviate considerably from that of other European nations. However, the very low value for Denmark is confirmed. This can be attributed to the very efficient N management in Danish animal husbandry (see Rom & Sorensen, 2001).

nur bedingt vergleichbar sind.

Einen besseren internationalen Vergleich der Effizienz des Wirtschaftsdünger-Managements im Hinblick auf NH₃-Emissionen ermöglicht das Verhältnis von NH₃-Emission zu N-Ausscheidung. Hierdurch relativiert sich der hohe deutsche IEF_{NH₃, dc}-Wert. Der niedrige dänische IEF wird dagegen bestätigt, was auf ein sehr effizientes N-Management in der Tierhaltung (vgl. Rom & Sorensen, 2001) zurückgeführt wird.

Table 4.24: Dairy cows, intercomparison of N excretion rates and IEF for NH₃
(Germany: submission 2010, all other countries: 2009)

	N excreted ¹ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N	number of animals ¹ in 1000 pl	NH ₃ emission ¹ in Gg a ⁻¹ NH ₃	IEF _{NH₃, dc} ¹ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ NH ₃	ratio of NH ₃ emission to N excreted in kg NH ₃ (kg N) ⁻¹
Austria	96.48	524.50	14.27	27.1	0.28
Belgium		513.54	10.68	20.8	
Czech Republic	100.00	565	13.23	23.4	0.23
Denmark	137.58	545.42	14.15	25.9	0.19
Germany	132.48	4217.71	177.68	42.1	0.32
France	100.00	3852.45	109.72	28.5	0.28
Netherlands		1413.17 ²	35.00	24.8	
Poland	70.00	2787.00	58.66	21.0	0.30
Switzerland	107.47 ²	614.80 ²	24.01	39.1	0.36
United Kingdom	111.84	1953.98	71.20	36.4	0.33

¹ Source: UNFCCC (2009), Table 4.B(b); EMEP (2009)

² reported for mature dairy cattle

4.3.10.4 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

Table 4.25: Dairy cows, intercomparison of PM emission factors
(Germany: submission 2010, all other countries: 2009)

	IEF _{PM10, dc} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM ₁₀	IEF _{PM2.5, dc} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM _{2.5}	IEF _{TSP, dc} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TSP*
Austria			
Belgium	0.34	0.08	0.77
Czech Republic			
Denmark	0.61	0.39	1.33
Germany	0.38	0.24	
France	0.09	0.03	0.23
Netherlands	0.60	0.12	0.60
Poland	0.40	0.01	0.89
Switzerland	0.39	0.06	
United Kingdom	0.33	0.06	

Source: EMEP (2009), calculated from original data supplied

* Total suspended particulate matter (TSP) refers to the entire range of ambient air matter that can be collected, from the sub-micron level up to 100 µm in *d* (EMEP(2009)-B1010-9).

Table 4.25 illustrates the influence of the shares of straw-based and slurry-based systems which differ from country to country.

In Table 4.25 kommen von Land zu Land unterschiedliche Anteile stroh- und güllebasierter Systeme zum Ausdruck.

4.3.11 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.26: Dairy cows, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.01	
		CH ₄ manure management	EM1005.01	
		NMVOG	EM1005.32	
		NH ₃	EM1009.01	
		N ₂ O	EM1009.33	EM1009.35
		NO	EM1009.129	
		PM ₁₀	EM1010.01	
		PM _{2,5}	EM1010.21	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.01	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.01	
		CH ₄ manure management	IEF1005.01	
		NMVOG	IEF1005.30	
		NH ₃	IEF1009.01	
		N ₂ O	IEF1009.30	IEF100932
		NO	IEF1009.95	
		PM ₁₀	IEF1010.01	
		PM _{2,5}	IEF1010.19	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.01	AI1005CAT.23
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR01	EXCR03

4.4 Calves / Kälber

Calves in this inventory are all cattle whose weight falls below 100 kg an⁻¹ and younger than 2 months. In the inventory they are part of the category “other cattle”, see also Chapter 4.9.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows (“other cattle”) is a key source with respect to both level and trend (NIR 2009).

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated using workbook CCA.xls and according to the procedures compiled in Table 4.27.

Als Kälber gelten in diesem Inventar alle Rinder mit einem Gewicht unter 100 kg an⁻¹ und jünger als 2 Monate. Sie sind eine Untergruppe der Gruppe der „übrigen Rinder“, s. auch Kapitel 4.9.

Für die „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich Menge und Trend (NIR 2009).

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in der Rechenmappe CCA.xls nach den in Table 4.27 zusammengestellten Verfahren.

Table 4.27: Calves, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	district	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2,5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

4.4.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.4.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4).

German statistics do not differentiate between animals of different sex and destiny.

The properties of calves given in the description of categories in the German census and the data used to describe the feed disagree. This inventory deals with calves smaller than 100 kg an⁻¹ and younger than 2 months; therefore only one-third of the number given in the census is considered. The remaining two-thirds are attributed to the number of beef cattle (heifers and bulls, see Chapters 4.5 and 4.6).

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4).

Die deutsche Statistik unterscheidet nicht nach Geschlecht und Bestimmung der Kälber.

Die statistischen Angaben der Anzahl der Kälber und die Beschreibung der Kälber hinsichtlich der Fütterung decken sich nicht. Da diese Rechnung nur Kälber unter 100 kg an⁻¹ und unter 2 Monaten berücksichtigt, wird die in der Statistik angegebene Kälberzahl nur zu einem Drittel berücksichtigt. Die übrigen zwei Drittel werden dem Mastvieh (Färsen und Mastbullen, s. Kapitel 4.5 und 4.6) zugeschlagen.

$$n_{ca} = \frac{1}{3} \cdot n_A \quad (4.65)$$

where

n_{ca} number of calves considered
 n_A number of calves in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

In previous years, the number of cattle was underestimated in principle, as the national census did not cover all farms (see Dämmgen, 2005). The uncertainty

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

In früheren Jahren wurden durch die Vorgehensweise bei der statistischen Erhebung nicht alle Tiere erfasst (siehe Dämmgen, 2005). Die Unsicherheit

(standard deviation) was in the order of 5 %. Meanwhile all cattle are registered in the HIT data base. This means the uncertainty of cattle numbers is almost zero.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 3 % of the animal numbers reported (standard deviation of a normal distribution).

4.4.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The birth weight of calves is assumed to be 36 kg an⁻¹ (as deduced from production characteristics given in KTBL, 2006b, pg. 421). The final weight of the inventory category "calves" is defined by 100 kg an⁻¹.

The mean live weight is estimated by the arithmetic mean (68 kg an⁻¹).

4.4.2 *Energy requirements / Energiebedarf*

The gross energy is derived according to Chapter 3.2.2.1. The metabolisable energy data are listed as standard data. For the metabolisability of the feed, data constant in time and space is used.

The metabolisable energy required during the first 8 to 9 weeks is 19 to 20 MJ an⁻¹ d⁻¹, (KTBL, 2006b, pg. 422). Based on a daily requirement of 20 MJ an⁻¹ d⁻¹ and a feeding period of 60 d ro⁻¹ the metabolisable energy required per round amounts to 1200 MJ pl⁻¹ ro⁻¹.

The gross energy needed to meet the metabolisable energy requirements depends on the metabolisability of the feed, see Chapter 4.4.3.

4.4.3 *Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme*

The feed intake must be known to assess the amount of N excreted. However, for calves there is no need to calculate feed intake using energy requirements and the energy content of feed, because the amount of N excreted is given as standard value, cf. Chapter 4.4.7.1.

For feed characteristics standard values are used:

The mean metabolisability of the diet is 0.60 MJ MJ⁻¹ (default value).

The mean digestibility of the diet is 0.65 MJ MJ⁻¹ (default value).

The gross energy taken in with the feed is calculated from the metabolisable energy requirements (Chapter 4.4.2) and the mean metabolisability of the

Standardabweichung) lag in der Größenordnung von 5 %. Durch die zwischenzeitlich eingeführte Erfassung aller Rinder in der HIT-Datenbank tendiert der Fehler in den Rinder-Tierzahlen gegen Null.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 an eine einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 3 % der berichteten Tierzahl angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

Als Anfangsgewicht werden 36 kg an⁻¹ angenommen (abgeleitet aus Produktionskenndaten KTBL, 2006b, S. 421), das Endgewicht der Inventarkategorie „Kälber“ wird mit 100 kg angesetzt.

Das mittlere Gewicht wird durch arithmetische Mittelung geschätzt (68 kg an⁻¹).

Die Gesamtenergie wird nach Kapitel 3.2.2.1 berechnet. Für die umsetzbare Energie liegen tabellierte Standardwerte vor, für die Umsetzbarkeit des Futters kommt ein zeitlich und örtlich konstanter Standardwert zum Einsatz.

Der Bedarf an umsetzbarer Energie wird für die ersten 8 bis 9 Wochen liegt bei 19 bis 20 MJ an⁻¹ d⁻¹ (KTBL, 2006b, S. 422). Geht man von einem täglichen Bedarf von 20 MJ an⁻¹ d⁻¹ und einer Fütterungsdauer von 60 d ro⁻¹ aus, ist pro Durchgang eine umsetzbare Energie von 1200 MJ pl⁻¹ ro⁻¹ erforderlich.

Die zur Deckung diese Energiebedarfs aufzunehmende Gesamtenergie ist von der Umsetzbarkeit des Futters abhängig, s. Kapitel 4.4.3.

Die Futteraufnahme ist für die Ermittlung der unterschiedlichen N-Menge von Bedeutung. Die Berechnung mit Hilfe von Energiebedarf und Energiegehalt des Futters entfällt hier allerdings, da für die unterschiedliche N-Menge ein Standardwert eingesetzt wird, s. Kapitel 4.4.7.1.

Für die Futterkennwerte werden Standardwerte angenommen:

Die mittlere Umsetzbarkeit des Futters beträgt 0,60 MJ MJ⁻¹ (default-Wert).

Die mittlere Verdaulichkeit des Futters beträgt 0,65 MJ MJ⁻¹ (default-Wert).

Die mit dem Futter aufgenommene Gesamtenergie berechnet sich gemäß Kapitel 3.2.2.1 aus der umsetzbaren Energie (Kapitel 4.4.2) und der mittleren Um-

diet. This leads to a gross energy per round of 2000 MJ pl⁻¹ ro⁻¹ (according to Chapter 3.2.2.1). Based on 6.0 rounds per year the gross energy intake per place and year amounts to 11967 MJ pl⁻¹ a⁻¹. This is equivalent to a mean daily gross energy intake of $GE_{ca} = 32.8 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

setzbarkeit des Futters. Es ergibt sich eine Gesamtenergieaufnahme pro Durchgang von 2000 MJ pl⁻¹ ro⁻¹ bzw. (bei einer Durchgangszahl von 6,0 an pl⁻¹ a⁻¹) eine Gesamtenergieaufnahme pro Platz und Jahr von 11967 MJ pl⁻¹ a⁻¹. Dies entspricht einer mittleren täglichen Aufnahme von $GE_{ca} = 32,8 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

4.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of methane emissions from enteric fermentation according to 3.3.2.2 requires data on daily gross energy requirements (GE_{ca}) and the methane conversion rate x_{CH_4} . The calculation method is Tier 2, as feed standard values for feed properties are used.

Die Berechnung der Emissionen aus der Verdauung nach Kapitel 3.3.2.2 setzt die Kenntnis des täglichen Gesamtenergiebedarfs GE_{ca} und der Methan-Umwandlungsrate x_{CH_4} voraus. Aufgrund der Verwendung von Futtermittel-Standardkennwerten handelt es sich um eine Tier-2-Berechnung.

$$EF_{CH_4, \text{ent, ca}} = GE_{ca} \cdot \frac{x_{CH_4, \text{ca}} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (4.66)$$

where

$EF_{CH_4, \text{ent, ca}}$	emission factor (enteric fermentation) for calves (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_{ca}	intake of gross energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$x_{CH_4, \text{ca}}$	methane conversion rate ($x_{CH_4, \text{ca}} = 0.02 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

The methane conversion factor $x_{CH_4, \text{ca}} = 0.02$ was chosen (expert judgement Flachowsky in accordance with Kirchgesner, 1997, and IPCC(2006)-11.73, Table 10A.2.

Der Methan-Umwandlungsfaktor wurde mit $x_{CH_4, \text{ca}} = 0,2 \text{ MJ MJ}^{-1}$ angesetzt (Expertenurteil Flachowsky), in Übereinstimmung mit Kirchgesner (1997) und den Werten in IPCC(2006)-11.73, Tabelle 10A.2.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

The German inventory uses a Tier 2 approach for other cattle, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males. Energy requirements are calculated using national data. Feed properties vary with time and region.

Das deutsche Inventar verwendet ein Stufe-2-Verfahren für die übrigen Rinder. Es unterscheidet Kälber, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen. Der Energiebedarf wird mit nationalen Daten berechnet. Futtereigenschaften variieren je nach Zeit und Region.

Constants are taken from IPCC 2006 as they are updated (see reasoning in IPCC 2006, pg. 10.30). The methane conversion rate for all other cattle apart from calves is 6.5 % and thus exceeds the one proposed in IPCC 1996.

Die Konstanten aus IPCC 2006 werden verwendet, da sie aktualisiert wurden (zur Begründung siehe IPCC 2006, S. 10.30). Die für übrige Rinder angegebene Methan-Umwandlungsrate beträgt (außer bei Kälbern) 6,5 % und ist damit größer als die in IPCC 1996 angegebene.

As young calves are not ruminating, a value of 2 % is used (national expertise, see above).

Da junge Kälber nicht wiederkäuen wird ein Wert von 2 % angesetzt (nationales Expertenurteil, s. oben).

The mean methane conversion factor proposed in IPCC 2006 exceeds that from IPCC 1996.

Der mittlere Umwandlungsfaktor für übrige Rinder nach IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996 angegebene.

Uncertainty of the emission factor

Unsicherheit des Emissionsfaktors

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH_4, \text{ent}}$) is discussed in

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH_4, \text{ent}}$) wird in IPCC(2006)-

IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

4.4.5 *Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement*

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, cf. Chapter 3.4.3.3.

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden mit einem Stufe-2-Verfahren bestimmt, s. Kapitel 3.4.3.3.

4.4.5.1 *VS excretion rates / VS-Ausscheidungen*

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted are calculated reflecting standard conditions up to a final weight of 100 kg an⁻¹. (For the calculation method see Chapter 3.4.1).

Standard values for digestibility (0.65 MJ MJ⁻¹) and ash content (0.08 kg kg⁻¹) are assumed (IPCC(2006)-10.73).

There is no differentiation with respect to time or space.

Die Menge der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) wird unter der Annahme von Standardbedingungen bis zu einem Endgewicht von 100 kg an⁻¹ berechnet (Zur Berechnungsmethode s. Kapitel 3.4.1).

Für Verdaulichkeit und Aschegehalt werden mit IPCC(2006)-10.73 die Standard-Werte von 0,65 MJ MJ⁻¹ bzw. 0,08 kg kg⁻¹ angenommen.

Eine zeitliche oder räumliche Differenzierung ist nicht möglich.

4.4.5.2 *VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh*

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

4.4.5.3 *Housing and storage types / Stall- und Lager-Typen*

In Germany, calves are normally kept single in boxes or in groups with bedding.

In Deutschland werden Kälber in der Regel in Einzelboxen oder Gruppenbuchten mit Einstreu gehalten.

The frequency distribution of manure storage and application systems is the same as for other cattle slurry or manure in general. For each district, these data are modelled using RAUMIS (see Chapter 17.2).

Die Häufigkeitsverteilungen der Lagerungsformen und der Ausbringungstechniken entspricht der für Rindergülle und Rindermist (allgemein) in jedem Landkreis. Diese Daten werden mit RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) ermittelt.

The frequency distribution of storage systems is identical to that used for Chapter 4.3.6.4).

Die Verteilung der Lagerungsformen entspricht der in Kapitel 4.3.6.4 verwendeten.

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

The maximum methane producing capacities and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.79 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.)

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (für Gülle-Systeme temperaturabhängig).

The relevant mean temperatures are available for each district.

Die benötigten mittleren Temperaturen sind für jeden Kreis verfügbar.

Table 4.28: Other cattle, maximum methane producing capacity and methane conversion factors *MCF* as used in the German inventory

Maximum methane producing capacity B_0	0.18	$m^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$
<i>MCF</i> liquid/slurry		
with natural crust	temperature dependent, 0.10 to 0.15	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
<i>MCF</i> solid storage	0.02	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
<i>MCF</i> deep litter	temperature dependent, 0.17 to 0.25	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$

Source: IPCC(2006)-10.78, Table 10A-5; IPCC(2006)-10.44, Table 10.17

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

The German inventory differentiates between regional feeds, temperatures as well as housing and storage systems. Energy and nutrient requirements are calculated using national data. Feed properties may vary with time and region. The methodology used allows to derive VS and N excretion rates. In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on both CH_4 and N_2O emission factors.

For both gases, IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage than IPCC 1996. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH_3 emissions.

In addition, IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 equals that of IPCC 1996.

The methane conversion factor (MCF) for solid storage given by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Für übrige Rinder wird ein Stufe-2-Verfahren angewendet, das Kälber, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen unterscheidet.

Das deutsche Inventar berücksichtigt regional unterschiedliche Fütterungen, Temperaturen sowie Stall- und Lagersysteme. Energie- und Nährstoffbedarf werden mit nationalen Daten ermittelt. Das Verfahren erlaubt die Ableitung von VS- und N-Ausscheidungen. Es ist wichtig, in dem verwendeten Massenfluss-Ansatz zwischen eben diesen Stall- und Lagerungsverfahren zu unterscheiden, da sie sich auf die CH_4 - und N_2O -Emissionsfaktoren auswirken.

IPCC 2006 erlaubt hier für beide Gase eine differenziertere Beschreibung als IPCC 1996. Die Benutzung von IPCC 2006 erlaubt es, den Massenfluss konsistent mit den NH_3 -Emissionen zu berechnen.

Darüber hinaus ermöglicht IPCC 2006 die Verwendung temperaturabhängiger Methan-Umwandlungsfaktoren, während IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die maximale Methan-Bildungskapazität nach IPCC 2006 entspricht der in IPCC 1996.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist ist größer als der in IPCC 1996. Der MCF für Weide ist der gleiche in IPCC 2006 und IPCC 1996.

4.4.5.5 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

4.4.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 0. All cattle types are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.10). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 0. Für alle Rinder werden die gleichen NMVOC-Emissionsfaktoren verwendet (Table 4.10). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zwei-

masses.

ten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

4.4.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lager-typen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszei-ten.

4.4.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

For the mean N excretion for calves up to 3 months $14 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ is assumed with 4 animal rounds per year (KTBL, 2006b, pg. 428). This excretion is corrected using the number of rounds reported in the respective region. 60 % of the N excreted is TAN (Webb, 2001).

Für Kälber wird bis zu einem Alter von 3 Monaten bei 4 Durchgängen pro Jahr eine mittlere N-Ausscheidung von $14 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ angenommen (KTBL 2006b, S. 428). Diese Menge wird auf die tatsächliche Zahl der Durchgänge umgerechnet. 60 % des ausgeschiedenen N sind TAN (Webb, 2001).

4.4.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.5.3. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagerens zu TAN mineralisieren.

The amount of straw is $2.5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (KTBL, 2006b, pg. 285 ff) or $10.8 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ($5.4 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$, respectively).

Die Menge der Einstreu beträgt $2,5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh (KTBL, 2006b, S. 285 ff) bzw. $10,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (entsprechend $5,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$).

4.4.7.3 Emissions during housing and grazing / Emissionen aus dem Stall und auf der Weide

The TAN related emission factors for dairy cows are used (see Table 4.20).

Typically, calves do not graze.

Es werden die TAN bezogenen Emissionsfaktoren der Milchkühe verwendet (vgl. Table 4.20).

Weidegang ist nicht vorgesehen.

4.4.7.4 Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 3.5.2.2.4).

Die Umwandlungsprozesse und -raten entsprechen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel 3.5.2.2.4).

4.4.7.5 Partial emission factors "storage" and spreading / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

Emissions are calculated as for dairy cows (see Chapter 4.3.8.7.2) or cattle (Chapter 4.2.3).

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen berechnet (vgl. Kapitel 4.3.8.7.2) oder bei Rindern allgemein (Kapitel 4.2.3).

4.4.7.6 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

The assumption of EMEP (2007)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃ is also valid for calfs.

As for dairy cattle, N₂O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Auch für Kälber gilt nach EMEP (2007)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH₃ die Größenordnung von 30 % hat.

Für N₂O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.4.8 *Emission of particulate matter / Emissionen von Staub*

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

4.4.8.1 *Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen*

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data required for calculations in Chapter 4.4.5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 4.4.5.3 entnommen

4.4.8.2 *Emission factors / Emissionsfaktoren*

The emission factors used are listed in Table 4.29.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.29 zusammengestellt.

Table 4.29: Calves, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2,5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Calves	solid	0.16	0.10

Source: EMEP(2007)-B1100-5

4.4.9 *Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen*

Table 4.30: Calves, related tables in the Tables volume

			From	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.02	
		CH ₄ manure management	EM1005.02	
		NMVOC	EM1005.33	
		NH ₃	EM1009.02	
		N ₂ O	EM1009.36	EM1009.38
		NO	EM1009.130	
		PM ₁₀	EM1010.02	
		PM _{2,5}	EM1010.22	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.02	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.02	
		CH ₄ manure management	IEF1005.02	
		NMVOC	IEF1005.31	
		NH ₃	IEF1009.02	
		N ₂ O	IEF1009.33	IEF1009.35
		NO	IEF1009.96	
		PM ₁₀	IEF1010.02	
		PM _{2,5}	IEF1010.20	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.24	AI1005CAT.40
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR04	EXCR06

4.5 Heifers / Färsen

Heifers are female cows that are heavier than 100 kg an⁻¹ and have not yet given birth to a calf. In this inventory, they form a subcategory of „other cattle“.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows (“other cattle”) is a key source with respect to both level and trend (NIR 2009).

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated using workbook CBF.xls and according to the procedures compiled in Table 4.31.

Als Färsen werden die weiblichen Kühe bezeichnet, die schwerer als 100 kg an⁻¹ sind und noch nicht gekalbt haben. Im Inventar sind sie eine Unterkategorie der „übrigen Rinder“.

Für die „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich Menge und Trend (NIR 2009).

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Berechnung der Emissionen erfolgt in der Rechenmappe CBF.xls nach den in Table 4.31 zusammengestellten Verfahren.

Table 4.31: Heifers, calculation procedures applied

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

4.5.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.5.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The subcategory “heifers” in this inventory includes the census subcategories “calves” (partly), “female young cattle younger than 1 year”, “female young cattle for slaughter from 1 to 2 years” and “heifers for replacement and use above 2 years”.

Additionally, the female share of the calves not considered in Chapter 4.4.1.1 ($n_A \cdot 2/3$) is taken into account. The calculation of this share is based on the assumption that the gender distribution be equal to that of young cattle between 6 and 12 months (n_B , n_C).

$$n_{bf} = \frac{2}{3} \cdot n_A \cdot \frac{n_C}{n_B + n_C} + n_C + n_E + n_F + n_H + n_I + n_L \quad (4.67)$$

where

n_{bf} number of female beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

In previous years, the number of cattle was underestimated in principle, as the national census did not cover all farms (see Dämmgen, 2005). The uncertainty (standard deviation) was in the order of 5 %. Mean-

Im Inventar umfasst die Tierkategorie „Färsen“ die Tierzahlen aus der Statistik für „Jungvieh weiblich unter 1 Jahr“, „Schlachtrinder weiblich unter 2 Jahren“, „Zucht- und NutZRinder unter 2 Jahren“, „Schlachtfärsen 2 Jahre und älter“, „Zucht- und Nutzfärsen 2 Jahre und älter“.

Hinzu kommt von den in Kapitel 4.4.1.1 nicht berücksichtigten Kälbern ($n_A \cdot 2/3$) der weibliche Anteil, wobei angenommen wird, dass die Geschlechtsverteilung gleich der des Jungviehs zwischen einem halben und einem ganzen Jahr (n_B , n_C) ist.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

In früheren Jahren wurden durch die Vorgehensweise bei der statistischen Erhebung nicht alle Tiere erfasst (siehe Dämmgen, 2005). Die Unsicherheit (Standardabweichung) lag in der Größenordnung von 5

while all cattle are registered in the HIT data base. This means the uncertainty of cattle numbers is almost zero.

The subdivision of the calf population does not affect the uncertainty.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 3 % of the animal numbers reported (standard deviation of a normal distribution).

4.5.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

Data of initial and final weights of heifers as well as of the duration of that phase of life, and consequently of the daily weight gain are hardly available in Germany. They have to be generated adequately as is described in the two subsequent chapters.

4.5.1.2.1 *Animal weights / Tiergewichte*

German census data differentiate between heifers for slaughter and for replacement and use. However, existing management data describe heifers without differentiation. About one fifth of the heifers above 1 a is considered to be slaughtered. As the decision to slaughter an animal or use it for replacement is made comparatively late, it is assumed that, on average, the animals are kept and fed in the same way.

The weight at the beginning of the period is fixed to 100 kg an⁻¹, i.e. the final weight of calves. Standard data (KTBL, 2004, pp. 382) assume a final weight of about 500 kg an⁻¹, which does not contradict the final weights derived from carcass weights (for the calculation method see Chapter 4.3.1.3). The calculated live end weights are used in the following.

Data gap closure

The missing data for the New Länder and the year 1990 were replaced with the respective data for 1991. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin those from Brandenburg.

4.5.1.2.2 *Life span and mean weight gain / Dauer des Lebensabschnitts und mittlere Gewichtszunahme*

The lifespan of a heifer is calculated from the time, when calves reach a weight of 100 kg an⁻¹, and the age

%. Durch die zwischenzeitlich eingeführte Erfassung aller Rinder in der HIT-Datenbank tendiert der Fehler in den Rinder-Tierzahlen gegen Null.

Die Aufteilung der Population der Kälber hat keinen Einfluss auf die Unsicherheit.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 an eine einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 3 % der berichteten Tierzahl angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

Daten über Anfangs- und Endgewicht der Färsen sowie die Dauer der Haltung und demzufolge auch die tägliche Gewichtszunahme sind in Deutschland nur ausnahmsweise verfügbar. Sie sind, wie in den zwei folgenden Abschnitten beschrieben, in geeigneter Weise zu generieren.

Die deutschen statistischen Daten unterscheiden zwischen Mastfärsen und Färsen für „Zucht und Nutzung“. Kennzahlen zu den Haltungsverfahren liegen allerdings nur für Färsen insgesamt vor. Etwa ein Fünftel der Tiere, die älter als 1 a sind, werden als Schlachtfärsen gemeldet. Da die Entscheidung, ob ein Tier zur Remontierung dient oder nicht, relativ spät fällt, wird davon ausgegangen, dass die Tiere im Mittel einheitlich gehalten und ernährt werden.

Das Anfangsgewicht der Färsen wird auf 100 kg an⁻¹, das Endgewicht der Kälber, festgelegt. Standarddaten (KTBL, 2004, S. 382) nehmen ein Endgewicht von etwa 500 kg an⁻¹ an. Dies widerspricht den aus Schlachtkörpergewichten berechneten Endgewichten nicht (zum Rechenverfahren s. Kapitel 4.3.1.3). Im Folgenden werden die berechneten Endgewichte zugrunde gelegt.

Schließen der Datenlücken

Für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern werden die Daten von 1991 eingesetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Die Lebensabschnittsdauer ergibt sich aus dem Zeitpunkt, an dem Kälber das Endgewicht 100 kg an⁻¹

of first calving.

For this inventory, it is assumed that the heifers' phase of life begins with about 60 days (see Chapter 4.4.1.1).

The age of first calving is available as complete time series, as provided by the breeders' association (see s. Table 4.16).

From the final weight of a calf, the final live weight of the heifer (as calculated from carcass weights) and the times mentioned above, the mean weight gain can be assessed as

$$\Delta w_{\text{bf}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{w_{\text{fin,bf}} - w_{\text{fin,ca}}}{\tau_{\text{fin,bf}} - \tau_{\text{fin,ca}}} \quad (4.68)$$

where

Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in $\text{kg an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$w_{\text{fin,bf}}$	final live weight (slaughter weight) of a heifer (in kg an^{-1})
$w_{\text{fin,ca}}$	final weight of calf lifespan (in kg an^{-1})
$\tau_{\text{fin,bf}}$	date of first calving (in a)
$\tau_{\text{fin,ca}}$	end of calf lifespan (in a)

4.5.2 Energy requirements / Energiebedarf

4.5.2.1 Parametrisation of daily energy requirements / Parametrisierung des täglichen Energiebedarfs

Table 4.32 gives data on metabolisable energy ME required for various animal weights and weight gains.

Data in Table 4.32 exhibit linear relationships between energy requirements and weight (see Figure 4.5). They are converted into a steady function describing the daily ME requirements ME_{bf} for mean weight gains Δw_{bf} between 400 and 700 $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$:

erreichen, und dem Erstkalbealter.

Für dieses Inventar wird angenommen, dass der Lebensabschnitt „Färse“ mit etwa 60 Tagen beginnt (siehe Kapitel 4.4.1.1).

Das Erstkalbealter ist als lückenlose Zeitreihe für ganz Deutschland aus Meldungen der Züchterverbände verfügbar, s. Table 4.16.

Aus dem Endgewicht der Kälberhaltung, den errechneten Lebendgewichten vor Schlachtung und den oben beschriebenen Zeitpunkten folgt die mittlere Gewichtszunahme:

Table 4.32 zeigt Daten zum Bedarf an metabolisierbarer Energie ME bei verschiedenen Tiergegewichten und Zuwachsraten.

Die Daten in Table 4.32 zeigen lineare Zusammenhänge zwischen Energiebedarf und Gewicht (vgl. Figure 4.5). Diese werden in eine stetige Funktion umgewandelt, die den täglichen ME-Bedarf ME_{bf} für tägliche Gewichtszunahmen zwischen 400 und 700 $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ beschreibt.

Table 4.32: Heifers, metabolisable energy required for various animal weights and weight gains (in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$)

weight gain Δw_{bf} in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$	weight w in kg an^{-1}								
	150	200	250	300	350	400	450	500	550
400			41.6	47.5	53.2	58.9	64.6	70.1	75.5
500	30.5	37.4	43.9	50.4	56.6	62.8	69.0	75.1	81.4
600	32.3	39.6	46.7	53.6	60.5	67.3	74.2	81.0	88.0
700	34.1	42.0	49.6	57.2	64.7	72.2	79.9	87.5	95.4
800	36.0	44.3	52.6	60.9	69.1	77.5	86.0	94.5	103.2
900		46.6	55.8	64.6	73.7	83.2	92.7	102	111.6
1000			59	68.6	78.5	89.3	100	110	120.6

Source: GfE (2001)

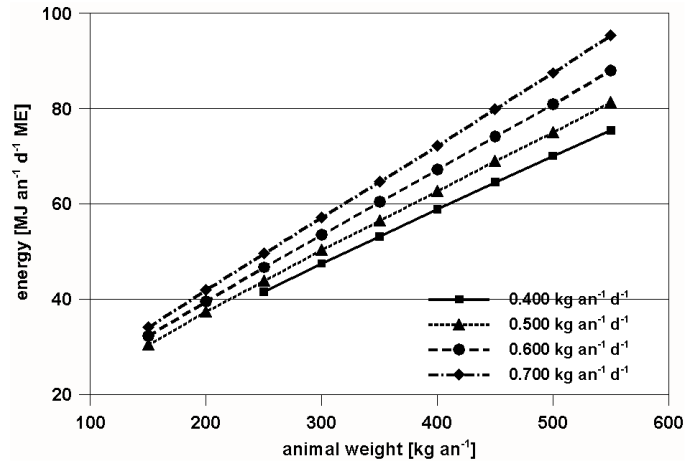


Figure 4.5: Heifers, linear relationships between energy requirements and weight (as provided by GfE, 2001)

$$ME_{bf, \tau} = (a \cdot \Delta w_{bf} + b) \cdot w_{bf, \tau} + (c \cdot \Delta w_{bf} + d) \quad (4.69)$$

where

ME_{bf}	daily intake of metabolisable energy of a heifer on day τ (in $MJ \text{ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
a	constant ($a = 0.130219 \text{ MJ an kg}^{-2}$)
Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in $\text{kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
b	constant ($b = 0.06100567 \text{ MJ kg}^{-1}$)
$w_{bf, \tau}$	animal weight at day τ (in kg an^{-1})
c	constant ($c = -8,4281745 \text{ MJ kg}^{-1}$)
d	constant ($d = 16.711171 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

4.5.2.2 Cumulative energy requirements for growth and maintenance / Kumulativer Energiebedarf für Wachstum und Erhaltung

From the ME requirement equation in Chapter 4.5.2.1, cumulative energy requirements for growth and maintenance can be calculated. The results are of the type illustrated in Figure 4.6.

Aus der ME-Bedarfsgleichung in Kapitel 4.5.2.1 lassen sich kumulative Energiebedarfswerte für Zuwachs und Erhaltung errechnen. Dies ergibt Zusammenhänge wie den in Figure 4.6 dargestellten.

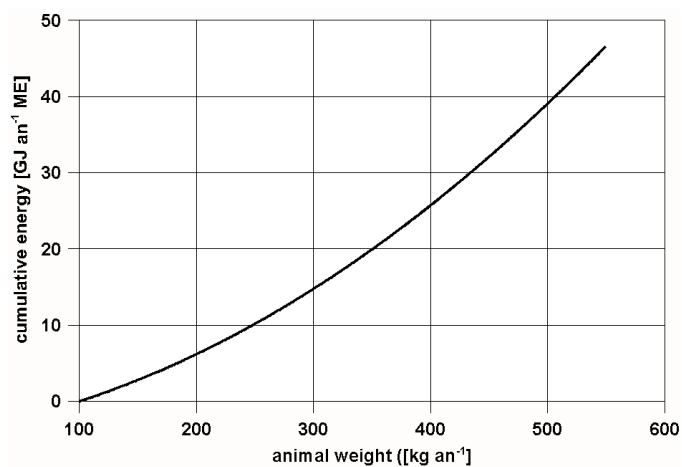


Figure 4.6: Heifers, exemplary cumulative energy requirements (for a weight gain of $0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

Curves like this can be described as simple polynomial with a high accuracy (in each case $R^2 = 1.000$):

Kurven wie diese lassen sich mit großer Genauigkeit mit Hilfe einfacher Potenzreihen (R^2 jeweils 1,000) beschreiben:

$$(\Sigma ME_{bf, \Delta w})^* = o_{\Delta w} \cdot w_{bf}^2 + p_{\Delta w} \cdot w_{bf} + q_{\Delta w} \quad (4.70)$$

where

$(\Sigma ME_{bf, \Delta w})^*$	cumulative metabolisable energy requirement of a heifer for growth and maintenance as a function of weight gain and weight (in $GJ \text{ an}^{-1} \text{ ME}$)	
$o_{\Delta w}$	constant	
	$\Delta w_{bf} = 0.450 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$o_{\Delta w} = 0.1328936 \text{ GJ an kg}^{-2}$
	$\Delta w_{bf} = 0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$o_{\Delta w} = 0.1196043 \text{ GJ an kg}^{-2}$
	$\Delta w_{bf} = 0.550 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$o_{\Delta w} = 0.1087312 \text{ GJ an kg}^{-2}$
	$\Delta w_{bf} = 0.600 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$o_{\Delta w} = 0.0996702 \text{ GJ an kg}^{-2}$
Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in $\text{kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)	
$p_{\Delta w}$	constant	
	$\Delta w_{bf} = 0.450 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$p_{\Delta w} = 28.7688 \text{ GJ kg}^{-1}$
	$\Delta w_{bf} = 0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$p_{\Delta w} = 25.8979 \text{ GJ kg}^{-1}$
	$\Delta w_{bf} = 0.550 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$p_{\Delta w} = 23.5489 \text{ GJ kg}^{-1}$
	$\Delta w_{bf} = 0.600 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$p_{\Delta w} = 21.5915 \text{ GJ kg}^{-1}$
$q_{\Delta w}$	constant	
	$\Delta w_{bf} = 0.450 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$q_{\Delta w} = -4180.93 \text{ GJ an}^{-1}$
	$\Delta w_{bf} = 0.500 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$q_{\Delta w} = -3760.95 \text{ GJ an}^{-1}$
	$\Delta w_{bf} = 0.550 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$q_{\Delta w} = -3417.33 \text{ GJ an}^{-1}$
	$\Delta w_{bf} = 0.600 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$:	$q_{\Delta w} = -3130.97 \text{ GJ an}^{-1}$

Linear interpolation of the constants mentioned above (for each set of constants $R^2 = 0.993$) results in the following generally applicable equation:

Durch lineare Interpolation der Konstanten (R^2 jeweils 0,993) gelangt man zu der folgenden allgemeinen Gleichung:

$$(\Sigma ME_{bf})^* = (o_1 \cdot \Delta w_{bf} + o_2) \cdot w_{bf}^2 + (p_1 \cdot \Delta w_{bf} + p_2) \cdot w_{bf} + (q_1 \cdot \Delta w_{bf} + q_2) \quad (4.71)$$

where

$(\Sigma ME_{bf})^*$	cumulative metabolisable energy requirement of a heifer for growth and maintenance as a function of daily weight gain and weight (in $GJ \text{ an}^{-1} \text{ ME}$)	
o_1	constant ($o_1 = -0,22109 \text{ GJ kg}^{-3} \text{ an}^2 \text{ d}$)	
Δw_{bf}	mean daily weight gain of a heifer (in $\text{kg an}^{-1} \text{ d}$)	
o_2	constant ($o_2 = 0,23129 \text{ GJ kg}^{-2} \text{ an}$)	
w_{bf}	animal weight (in kg an^{-1})	
p_1	constant ($p_1 = -47,7613 \text{ GJ kg}^{-2} \text{ an d}$)	
p_2	constant ($p_2 = 50,0264 \text{ GJ kg}^{-1}$)	
q_1	constant ($q_1 = 6986,99 \text{ GJ kg}^{-1} \text{ d}$)	
q_2	constant ($q_2 = -7290,72 \text{ GJ an}^{-1}$)	

The metabolisable energies modelled with this approach differ only very little from the original values provided in Table 4.32, which is illustrated in Figure 4.7.

Die auf diese Weise modellierten umsetzbaren Energien weichen von den tabellierten Ursprungswerten nur sehr wenig ab, wie Figure 4.7 veranschaulicht.

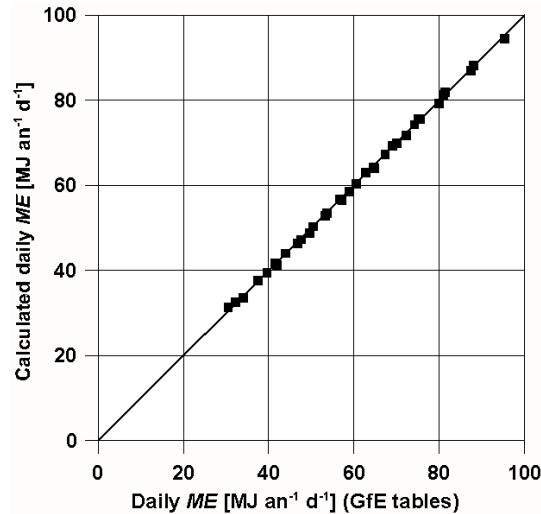


Figure 4.7: Heifers, daily ME, comparison of GfE data and parameterisation. GfE data by GfE (2001); calculation with the above equation (regression: slope 0.996; intercept 0.085; $R^2 = 0.999$)

4.5.2.3 Energy requirements for pregnancy / Energiebedarf für Trächtigkeit

GfE (2001), pg 23, propose the following approach to derive the additional energy requirements for pregnancy:

Nach GfE (2001), S. 23 lässt sich der zusätzliche Energiebedarf für die Trächtigkeit wie folgt berechnen:

$$ME_{ca} = t_1 \cdot ME_{ca,1} + t_2 \cdot ME_{ca,2} \quad (4.72)$$

where

ME_{ca}	metabolisable energy for development of the conception products (in GJ an^{-1})
t_1	duration of pregnancy period 1 ($t_1 = 21$ d)
$ME_{ca,1}$	mean daily metabolisable energy requirement of a heifer during pregnancy period 1 ($ME_{ca,1} = 21$ MJ $an^{-1} d^{-1}$ ME)
t_2	duration of pregnancy period 2 ($t_2 = 21$ d)
$ME_{ca,2}$	mean daily metabolisable energy requirement of a heifer during pregnancy period 2 ($ME_{ca,2} = 30$ MJ $an^{-1} d^{-1}$ ME)

4.5.2.4 Mean daily energy requirements / Mittlerer täglicher Energiebedarf

The mean daily requirements of metabolisable energy is calculated from the cumulative energy requirements for growth and maintenance (Chapter 4.5.2.2), the energy requirements for pregnancy (Chapter 4.5.2.3), and the duration of the heifer life (cf. Chapter 4.5.1.2.2).

Der mittlere tägliche Bedarf an umsetzbarer Energie berechnet sich aus dem Gesamtbedarf für Wachstum und Erhaltung (Kapitel 4.5.2.2), dem Energiebedarf für Trächtigkeit (Kapitel 4.5.2.3) sowie der Dauer des Färsen-Lebensabschnitts (vgl. Kapitel 4.5.1.2.2).

$$ME_{bf} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{\Sigma ME_{bf}}{\tau_{fin,bf} - \tau_{fin,ca}} = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{(\Sigma ME_{bf})^* + ME_{ca}}{\tau_{fin,bf} - \tau_{fin,ca}} \quad (4.73)$$

where

ME_{bf}	mean daily metabolisable energy requirements of a heifer as a function of daily weight gain and weight (in GJ $an^{-1} d^{-1}$ ME)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a^{-1})

ΣME_{bf}	cumulative metabolisable energy requirements of a heifer, including energy requirements for pregnancy (in GJ an ⁻¹ ME)
$(\Sigma ME_{bf})^*$	maintenance as a function of daily weight gain and weight (in GJ an ⁻¹ ME) cumulative metabolisable energy requirements of a heifer for growth and maintenance as a function of daily weight gain and weight (in GJ an ⁻¹ ME)
ME_{ca}	metabolisable energy for development of the conception products (in GJ an ⁻¹)
$\tau_{fin, bf}$	date of first calving (in a)
$\tau_{fin, ca}$	end of calf lifespan (in a)

4.5.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

According to KTBL (2006, pg. 441) the mean ME requirements are 35600 MJ an⁻¹ in 24 months, 15100 MJ an⁻¹ of which are taken in as roughage during grazing (293 days of grazing in 24 months), 12800 MJ an⁻¹ as roughage in the animal house, and 7700 MJ an⁻¹ with concentrates.

For the calculations in the inventory the amount of concentrates is kept constant on the level of half of the two-years value given above, resulting in 3850 MJ an⁻¹. The remainder of the energy required, which depends on animal performance and is therefore a variable, is provided by roughage.

For the amount of roughage taken in during grazing, an ME intake of 51.5 MJ per grazing day is deduced from the information given above.

The number of grazing days per year (τ_{gr}) as well as the overall share of grass in the roughage (x_{gr}) is provided by RAUMIS (see chapter 17.2).

ME contents η_{ME} of the roughage fed (Table 4.33) do not vary considerably when the share of grass and maize silage are changing to some extent. The composition of concentrates (Table 4.33) is assumed to be the same as for bulls.

The phase between 100 and 125 kg an⁻¹ is included in the calculations.

The number of grazing days is taken into account when the average diet composition is calculated. It varies with space and time.

The individual share of the various feed constituents is calculated as follows (note that all entities are defined on an annual base):

$$\Sigma ME_{conc} = 3850 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \quad (4.74)$$

where

ΣME_{conc} annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl⁻¹ a⁻¹), see above

$$\Sigma ME_{rough} = \Sigma ME_{bf} - \Sigma ME_{conc} \quad (4.75)$$

where

ΣME_{rough} annual intake of metabolisable energy with roughage (in MJ pl⁻¹ a⁻¹)
 ΣME_{bf} mean annual total of intake of metabolisable energy per heifer place, defined by the requirements for growth, maintenance and pregnancy (in MJ pl⁻¹ a⁻¹)
 ΣME_{conc} annual intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl⁻¹ a⁻¹)

Nach KTBL (2006, S. 441) wird von einer erforderlichen ME-Menge von 35600 MJ an⁻¹ in 24 Monaten ausgegangen. Davon entfallen 15100 MJ an⁻¹ auf Grundfutter beim Weiden (293 Weidetage in 24 Monaten), 12800 MJ an⁻¹ auf Grundfutter im Stall. 7700 MJ an⁻¹ werden durch Kraftfutter abgedeckt.

Für die Berechnungen im Inventar wird die Menge an Kraftfutter konstant mit der Hälfte des oben für zwei Jahre angegebenen Wertes vorgegeben, d. h. 3850 MJ an⁻¹. Der darüber hinaus gehende Energiebedarf wird aus dem Grundfutter bestritten. Dieser Anteil ist leistungsabhängig und damit variabel.

Für die Grundfutteraufnahme auf der Weide wird aus den oben genannten Werten eine ME-Aufnahme von 51,5 MJ pro Weidetag abgeleitet. Die Anzahl der Weidetage (τ_{gr}) sowie der Grasanteil am Grundfutter (x_{gr}) werden aus RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) bereitgestellt.

Der Grundfutter-ME-Gehalt η_{ME} (vgl. Table 4.33) im Stall variiert nicht merklich, wenn sich die Anteile zwischen Gras- und Maissilage verschieben. Für das Kraftfutter wurde die gleiche Zusammensetzung angenommen wie bei der Bullenmast (vgl. Table 4.33).

Der Lebensabschnitt von 100 bis 125 kg an⁻¹ ist in den Berechnungen enthalten.

Die Zahl der Weidetage variiert örtlich und zeitlich und geht in die Berechnungen der Futterzusammensetzung ein.

Das Berechnungsschema ist wie folgt gestaltet, wobei als Bezugszeitraum ein Jahr zugrunde gelegt wird:

$$\Sigma ME_{\text{ma-s}} = (1 - x_{\text{gr}}) \cdot \Sigma ME_{\text{rough}} \quad (4.76)$$

where

$\Sigma ME_{\text{ma-s}}$	annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl ⁻¹ a ⁻¹)
x_{gr}	share of grass and grass silage in feed (in MJ MJ ⁻¹)
ΣME_{rough}	annual intake of metabolisable energy with roughage (in MJ pl ⁻¹ a ⁻¹)

$$\Sigma ME_{\text{gr-g}} = ME_{\text{gr}} \cdot \tau_{\text{gr}} \quad (4.77)$$

where

$\Sigma ME_{\text{gr-g}}$	annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ pl ⁻¹ a ⁻¹)
ME_{gr}	daily intake of metabolisable energy with grass during grazing ($ME_{\text{gr}} = 51.5 \text{ MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$, see above)
τ_{gr}	duration of grazing (in d a ⁻¹)

$$\Sigma ME_{\text{gr-s}} = \Sigma ME_{\text{rough}} - \Sigma ME_{\text{gr-g}} - \Sigma ME_{\text{ma-s}} \quad (4.78)$$

where

$\Sigma ME_{\text{gr-g}}$	annual intake of metabolisable energy with grass during grazing (in MJ an ⁻¹ a ⁻¹)
$\Sigma ME_{\text{gr-s}}$	annual intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ an ⁻¹ a ⁻¹)
$\Sigma ME_{\text{ma-s}}$	annual intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ an ⁻¹ a ⁻¹)

The data describing feed requirements do not distinguish between heifers weighting between 100 and 125 kg an⁻¹ and above 125 kg an⁻¹.

Die für die Fütterung vorhandenen Daten unterscheiden nicht zwischen den Färsen-Lebensabschnitten von 100 bis 125 kg an⁻¹ und oberhalb von 125 kg an⁻¹.

Table 4.33: Heifers, diet characteristics

(data valid also for bulls for replacement (Aufzuchttrinder) and bulls).

Dry matter content X_{DM} , metabolisable energy content of feed η_{ME} , digestibility X_{DE} , metabolisability X_{ME} and crude protein content X_{XP} of diets used for raising heifers (KTBL, 2006, pg. 402; LfL 2006c), x_{N} calculated from X_{XP} .

	X_{DM} kg kg ⁻¹	η_{ME} MJ (kg DM) ⁻¹	X_{DE} %	X_{ME} %	X_{XP} g (kg DM) ⁻¹	x_{N} kg (kg DM) ⁻¹
grass	0.20	10.6	72	54.7	150	0.024
grass silage	0.40	10.2	65	53.0	160	0.0256
maize silage	0.32	11.0	70	56.7	84	0.01344
concentrates, young animals	0.88	10.8	79	71.0	200	0.032
concentrates, animals > 125 kg an ⁻¹	0.88	10.8	79	71.0	220	0.0352

The daily feed intake can be derived from the metabolisable energy requirements, the contents of metabolisable energy of the various feed constituents, and the dry matter contents. The data required are given in Table 4.33.

However, to calculate the N intake by feed on base of X_{XP} , the daily feed intake is needed in units of dry matter:

$$m_{\text{feed, DM}} = \frac{ME_{\text{gr}}}{\eta_{\text{ME, gr}}} + \frac{ME_{\text{gr-s}}}{\eta_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s}}}{\eta_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc}}}{\eta_{\text{ME, conc}}} \quad (4.79)$$

where

$m_{\text{feed, DM}}$	daily feed intake (dry matter) (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{gr}	intake of metabolisable energy with grass (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, gr}}$	metabolisable energy content of grass (in MJ MJ ⁻¹)

Der tägliche Futterbedarf (Trockensubstanz) wird aus dem Bedarf an umsetzbarer Energie, den ME-Gehalten der verschiedenen Futteranteile sowie der Trockensubstanzgehalten abgeleitet. Zu den erforderlichen Daten s. Table 4.33.

Für die Berechnung N-Aufnahme über die Nahrung mit Hilfe von X_{XP} wird allerdings die tägliche Futtermenge in Trockenmasse-Einheiten benötigt:

ME_{gr-s}	intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME, gr-s}$	metabolisable energy content of grass silage (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{ma-s}	intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME, ma-s}$	metabolisable energy content of maize silage (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{conc}	intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME, conc}$	metabolisable energy content of concentrates (in MJ MJ ⁻¹)

The total amount of nitrogen taken in with feed is obtained by multiplying each term in the equation given above with the respective x_N value according to Table 4.33.

The daily gross energy is derived from the metabolisable energy and the metabolisabilities of the various feed components (assuming constant conditions over time and space).

$$GE_{bf} = \frac{ME_{gr}}{X_{ME, gr}} + \frac{ME_{gr-s}}{X_{ME, gr-s}} + \frac{ME_{ma-s}}{X_{ME, ma-s}} + \frac{ME_{conc}}{X_{ME, conc}} \quad (4.80)$$

where

GE_{bf}	daily gross energy intake for heifers (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{gr}	intake of metabolisable energy with grass (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{ME, gr}$	mean metabolisability of grass (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{gr-s}	intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{ME, gr-s}$	mean metabolisability of grass silage (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{ma-s}	intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{ME, ma-s}$	mean metabolisability of maize silage (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{conc}	intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{ME, conc}$	mean metabolisability of concentrates (in MJ MJ ⁻¹)

As an additional result, a mean digestibility of the diet is obtained (0.719 MJ MJ⁻¹).

Die mit dem Futter aufgenommene Stickstoffmenge erhält man, indem jeder Term in der vorstehenden Gleichung mit dem entsprechenden x_N -Wert nach Table 4.33 multipliziert wird.

Die tägliche Gesamtenergie wird aus der umsetzbaren Energie und den Umsetzbarkeiten der verschiedenen Futteranteile abgeleitet (zeitlich und örtlich konstante Standardwerte).

Als weiteres Ergebnis erhält man eine mittlere Verdaulichkeit des Futters von 0,719 MJ MJ⁻¹.

4.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

Methane emissions from enteric fermentation are calculated as follows:

$$EF_{CH_4, ent, bf} = GE_{bf} \cdot \frac{x_{CH_4, bf} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (4.81)$$

where

$EF_{CH_4, ent, bf}$	emission factor for methane from enteric fermentation for heifers (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
GE_{bf}	daily gross energy intake for heifers (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$x_{CH_4, bf}$	methane conversion rate ($x_{CH_4, bf} = 0.065$ MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg ⁻¹ CH ₄)

The methane conversion factor was used as provided by IPCC(2006)-10.30, Table 10.12.

Die Methan-Emissionen aus der Verdauung werden wie folgt berechnet:

Der Methan-Umwandlungsfaktor wurde IPCC(2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used for other cattle, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

Energy requirements are calculated using national

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein Stufe-2-Verfahren wird für die übrigen Rinder angewendet. Es unterscheidet Kälber, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen.

Der Energiebedarf wird unter Verwendung natio-

data. Feed properties vary with time and region.

Constants are taken from IPCC 2006 as they are updated with respect to IPCC 1996 (see reasoning in IPCC 2006, pg. 10.30). The methane conversion rate for all other cattle apart from calves is 6.5 % and thus exceeds the one proposed in IPCC 1996.

The mean methane conversion factor proposed in IPCC 2006 exceeds that from IPCC 1996.

Uncertainty of the emission factor

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH_4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

4.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 3 procedure (see Chapter 3.4.3.4).

4.5.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of VS excreted are calculated according to Chapter 3.4.1, taking the gross energy, the digestibility and the ash content into account.

The mean digestibility is derived from the totals of the digestible and gross energies as a function of the diet composition.

The calculation of VS excretions makes use of the standard value of ash content (0.08 kg kg⁻¹) as given by (IPCC(2006)-10.73). The overall digestibility of the feed is calculated on base of the data given in Table 4.33.

4.5.5.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding.

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

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 17.2).

naler Daten berechnet. Futtereigenschaften variieren je nach Zeit und Region.

Die Konstanten aus IPCC 2006 werden verwendet, da sie gegenüber IPCC 1996 aktualisiert wurden (zur Begründung siehe IPCC 2006, S. 10.30). Die für übrige Rinder angegebene Methan-Umwandlungsrate beträgt (außer bei Kälbern) 6,5 % und ist damit größer als die in IPCC 1996 angegebene.

Der mittlere Umwandlungsfaktor für übrige Rinder nach IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996 angegebene.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH_4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-3-Verfahren (s. Kapitel 3.4.3.4) angewandt.

Die Mengen der VS-Ausscheidungen werden nach Kapitel 3.4.1 aus der Gesamtenergie, der Verdaulichkeit und dem Aschegehalt berechnet.

Die mittlere Verdaulichkeit wird in Abhängigkeit von der Futterzusammensetzung aus den Summen der verdaulichen und der Gesamtenergie bestimmt.

Bei der Berechnung der VS-Ausscheidungen wird der Aschegehalt mit von 0,08 kg kg⁻¹ angenommen (Standard-Wert, IPCC(2006)-10.73). Die effektive Verdaulichkeit des Futters ergibt sich mit Hilfe der Daten aus Tabelle Table 4.33.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet.

4.5.5.4 Duration of grazing / Dauer des Weidegangs

The duration of grazing (number of days grazing, hours of grazing per day) are assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Der Dauer des Weidegangs (Zahl der Weidetage, Dauer der täglichen Weide) wird in RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet und bereitgestellt.

4.5.5.5 Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren

The maximum methane producing capacity ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.78 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.). The values to be used for other cattle are listed in Table 4.28.

The relevant frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.6.4).

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (für Gülle-Systeme temperaturabhängig). Die für „übrige Rinder“ zu verwendenden Größen sind in Table 4.28 zusammengestellt.

Die Verteilung der Lagerungsformen wurde mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.6.4).

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

The German inventory differentiates between regional feeds, temperatures as well as housing and storage systems. Energy and nutrient requirements are calculated using national data. Feed properties may vary with time and region. The methodology used allows to derive VS and N excretion rates. In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on both CH_4 and N_2O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH_3 emissions.

In addition, IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 equals that of IPCC 1996.

The methane conversion factor (MCF) for solid storage given by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Für übrige Rinder wird ein Stufe-2-Verfahren angewendet, das Kälber, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen unterscheidet.

Das deutsche Inventar berücksichtigt regional unterschiedliche Fütterungen, Temperaturen sowie Stall- und Lagersysteme. Energie- und Nährstoffbedarf werden mit nationalen Daten ermittelt. Das Verfahren erlaubt die Ableitung von VS- und N-Ausscheidungen. Es ist wichtig, in dem verwendeten Massenfluss-Ansatz zwischen eben diesen Stall- und Lagerungsverfahren zu unterscheiden, da sie sich auf die CH_4 - und N_2O -Emissionsfaktoren auswirken.

IPCC 2006 erlaubt hier eine differenziertere Beschreibung für beide Gase. Die Benutzung von IPCC 2006 erlaubt es, den Massenfluss konsistent mit den NH_3 -Emissionen zu berechnen.

Darüber hinaus ermöglicht IPCC 2006 die Verwendung temperaturabhängiger Methan-Umwandlungsfaktoren, während IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die maximale Methan-Bildungskapazität nach IPCC 2006 entspricht der in IPCC 1996.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist ist größer als der in IPCC 1996. Der MCF für Weide ist dergleiche in IPCC 2006 und IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

4.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. All cattle types are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.10). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 3.4.4. Für alle Rinder werden die gleichen NMVOC-Emissionsfaktoren verwendet (Table 4.10). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

4.5.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

4.5.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

N excretion data are obtained from the N mass balance using the amounts of N taken in and N retained. The N intake calculation makes use of feed intake and N contents in feed as described in Chapter 4.5.3.

The amount of N retained is calculated assuming a XP content of the animal body of $0.0272 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ (LfL, 2006, Table 8).

The TAN content is calculated. It is about 60 % of the N excreted. (For comparison purposes: 50 % had been given in Döhler et al., 2002, for cattle.)

Die N-Ausscheidungen werden aus der Massenbilanz aus aufgenommenem und retiniertem N berechnet. Die N-Aufnahme berechnet sich über die Futteraufnahme und die im Futter enthaltene N-Menge, s. Kapitel 4.5.3.

Der retinierten N-Menge liegt ein XP-Gehalt des Tierkörpers von $0,0272 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ zugrunde (LfL, 2006, Tabelle 8).

Der TAN-Gehalt wird berechnet und liegt um 60 % des ausgeschiedenen N. (Zum Vergleich: Döhler et al., 2002, gaben für Rinder 50 % an.)

4.5.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts are given in Table 4.34. For the properties of straw see Chapter 3.6.

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

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.34 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Table 4.34: Heifers, N inputs with straw in German heifer houses

Animal house type	straw input $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$	dry matter (DM) $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$	N input (in DM) $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$	TAN $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$
tied systems	2.0 ^a	1.7	$8.6 \cdot 10^{-3}$	$4.3 \cdot 10^{-3}$
loose housing deep litter	6.0 ^b	5.2	$25.8 \cdot 10^{-3}$	$12.9 \cdot 10^{-3}$
loose housing sloped floor	2.5 ^c	2.2	$10.8 \cdot 10^{-3}$	$5.4 \cdot 10^{-3}$

^a Source: Expert judgement (B. Eurich-Menden, KTBL)

^b Source: KTBL (2006a), pg. 325

^c Expert judgement (B. Eurich-Menden, KTBL): same value as for male beef cattle, KTBL (2006a), pg. 365

4.5.7.3 Partial emission factors “housing and grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

The TAN related emission factors for dairy cows are used (see Table 4.20).

The NH₃-N emission factor for grazing is according to Döhler et al. (2002), updated according to Misselbrook (2001): $EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}} = 0,075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, related to N excreted.

Es werden die auf TAN bezogenen Emissionsfaktoren der Milchkühe verwendet (vgl. Table 4.20).

Der auf die ausgeschiedene N-Menge bezogene Emissionsfaktor für NH₃-N bei Weidegang beträgt (Döhler et al., 2002, aktualisiert nach Misselbrook, 2001): $EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}} = 0,075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

4.5.7.4 Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 3.5.2.2.4).

Die Umwandlungsprozesse und -raten entsprechen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel 3.5.2.2.4).

4.5.7.5 Partial emission factors “storage” and spreading / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

Emissions are calculated as for dairy cows (see Chapter 4.3.8.7.2) or cattle (Chapter 4.2.3).

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen berechnet (vgl. Kapitel 4.3.8.7.2) oder bei Rindern allgemein (Kapitel 4.2.3).

4.5.7.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assumption of EMEP (2007)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃ is also valid for heifers.

As for dairy cattle, N₂O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Auch für Färsen gilt nach EMEP (2007)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH₃ die Größenordnung von 30 % hat.

Für N₂O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.5.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

4.5.8.1 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 4.5.5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme werden den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 4.5.5.3 entnommen.

4.5.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 4.35 (EMEP(2007) B1100).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.35 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

Table 4.35: Heifers, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Heifers	solid	0.32	0.21
	slurry	0.24	0.16

Source: EMEP(2007)-B1100-5

4.5.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.36: Heifers, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.03	
		CH ₄ manure management	EM1005.03	
		NMVOC	EM1005.34	
		NH ₃	EM1009.03	
		N ₂ O	EM1009.39	EM1009.41
		NO	EM1009.131	
		PM ₁₀	EM1010.03	
		PM _{2,5}	EM1010.23	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.03	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.03	
		CH ₄ manure management	IEF1005.03	
		NMVOC	IEF1005.32	
		NH ₃	IEF1009.03	
		N ₂ O	IEF1009.36	IEF1009.38
		NO	IEF1009.97	
		PM ₁₀	IEF1010.03	
		PM _{2,5}	IEF1010.21	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.41	AI1005CAT.57
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR07	EXCR09

4.6 Bulls (male beef cattle) / Mastbullen

Male cattle above 100 kg are considered to be beef cattle.

In the inventory the subcategory “bulls” (male beef cattle) comprises the census categories “calves” (partly), “male young cattle ½ to 1 year” and “male young cattle 1 to 2 years”, see Chapter 4.8.1.1. (Mature males are counted separately, see Chapter 4.8.)

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows (“other cattle”) is a key source with respect to both level and trend (NIR 2009).

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 4.37.

Als Mastbullen werden männliche Tiere ab 100 kg bezeichnet.

Im Inventar werden unter Mastbullen die Kategorien „Kälber“ (teilweise), „Jungvieh männlich ½ bis unter 1 Jahr“ und „Jungvieh männlich 1 bis 2 Jahre“ zusammengefasst, s. Kapitel 4.8.1.1. (Zuchtbullen werden gesondert gezählt, s. Kapitel 4.8.)

Für die „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich Menge und Trend (NIR 2009).

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Emissionen werden nach den in Table 4.37 zusammengestellten Verfahren berechnet.

Table 4.37: Bulls (male beef cattle), calculation procedures applied

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

4.6.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.6.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4).

Animal numbers for “male young cattle ½ to 1 year” and “male young cattle 1 to 2 years” are directly taken from the census.

Additionally, the male share of the calves not considered in Chapter 4.4.1.1 ($n_A \cdot 2/3$) is taken into account. The calculation of this share is based on the assumption that the gender distribution be equal to that of young cattle between 6 and 12 months (n_B, n_C).

$$n_{\text{bm}} = \frac{2}{3} \cdot n_A \cdot \frac{n_B}{n_B + n_C} + n_B + n_D \quad (4.82)$$

where

n_{bm} number of male beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

In previous years, the number of cattle was underestimated in principle, as the national census did not

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4).

Die Zahlen für „Jungvieh männlich ½ bis unter 1 Jahr Monate“ und „Rinder männlich 1 bis 2 Jahre“ entstammen unverändert der Statistik.

Hinzu kommt von den in Kapitel 4.4.1.1 nicht berücksichtigten Kälbern ($n_A \cdot 2/3$) der männliche Anteil, wobei angenommen wird, dass die Geschlechtsverteilung gleich der des Jungviehs zwischen einem halben und einem ganzen Jahr (n_B, n_C) ist.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

In früheren Jahren wurden durch die Vorgehensweise bei der statistischen Erhebung nicht alle Tiere

cover all farms (see Dämmgen, 2005). The uncertainty (standard deviation) was in the order of 5 %. Meanwhile all cattle are registered in the HIT data base. This means the uncertainty of cattle numbers is almost zero.

The subdivision of the calf population does not affect the uncertainty.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 3 % of the animal numbers reported (standard deviation of a normal distribution).

4.6.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The calculation procedure requires data on animal weights, animal weight gains and diet composition. German statistics do not provide any complete time series, nor do they resolve data with space.

German statistics outside the official census provide little information about animal weights. Therefore, assumptions had to be made for the weight at the beginning of the fattening period. With regard to feeding data available, the fattening period is subdivided into a phase between 100 and 125 kg an⁻¹ and another one above 125 kg an⁻¹.

Slaughter statistics report on the number and the overall weight of carcasses produced in the abattoirs of the respective federal state. From these data the live weight at the time of slaughtering was calculated using a factor $c_{w, mb} = \text{const} = 0.56 \text{ kg kg}^{-1}$ (for the method see Chapter 2.2.4.5) This seems to be an adequate approximation. The carcass weights are listed in Table 4.38.

erfasst (siehe Dämmgen, 2005). Die Unsicherheit (Standardabweichung) lag in der Größenordnung von 5 %. Durch die zwischenzeitlich eingeführte Erfassung aller Rinder in der HIT-Datenbank tendiert der Fehler in den Rinder-Tierzahlen gegen Null.

Die Aufteilung der Population der Kälber hat keinen Einfluss auf die Unsicherheit.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 an eine einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 3 % der berichteten Tierzahl angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

Das Verfahren benötigt Tiergewichte, Gewichtszunahmen sowie die Futterzusammensetzung bekannt sein. Die deutschen Statistiken liefern in keinem Fall vollständige und örtlich aufgelöste Zeitreihen.

Die deutschen Statistiken unterhalb der amtlichen Statistik erfassen Tiergewichte nur in geringem Ausmaß, so dass Annahmen für die Gewichte bei Beginn des Mastprozesses erforderlich waren. Im Hinblick auf die für die Fütterung vorhandenen Daten werden die Lebensabschnitte von 100 bis 125 kg an⁻¹ und oberhalb von 125 kg an⁻¹ unterschieden.

Die *Schlachtstatistiken* erfassen die in einem Bundesland in Schlachthöfen geschlachteten Tiere und deren Schlachtkörpergewichte. Daraus wurden unter Verwendung des festen Faktors $c_{w, mb} = 0,56 \text{ kg kg}^{-1}$ für das Bundesland typische Lebendgewichte bei Schlachtung berechnet (s. dazu Kapitel 2.2.4.5). Dies dürfte in erster Näherung angemessen sein. Zu den Schlachtkörpergewichten siehe Table 4.38.

Table 4.38: Bulls (male beef cattle), carcass weight (in kg an-1)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	352	341	345	354	357	355	353	349	356	363	364	365	359	364	360	370	375	380	373
BY	369	358	364	367	370	366	365	363	370	375	378	381	377	381	377	385	388	392	384
BB		296	324	333	341	335	334	337	342	345	343	351	345	357	355	370	373	357	334
HE	353	341	346	355	359	355	350	349	351	361	359	356	347	354	354	344	349	343	327
MV		273	313	321	324	327	321	311	315	320	319	328	309	318	316	325	334	345	335
NI	352	339	348	352	355	351	348	340	351	351	355	358	350	358	351	360	360	365	359
NW	354	340	350	355	358	355	355	349	354	359	362	370	365	368	364	371	376	383	376
RP	341	332	335	347	354	350	343	334	335	342	343	332	331	339	346	352	361	361	350
SL	356	356	346	330	361	361	366	362	363	363	363	363	363	363	356	360	368	372	368
SN		292	319	336	344	336	335	331	338	344	341	346	339	340	332	348	358	365	344
ST		312	312	332	335	334	330	332	335	339	342	342	340	330	330	330	330	365	355
SH	344	333	339	347	347	345	339	328	333	338	340	343	343	351	344	355	361	365	357
TH		299	321	347	352	344	345	339	342	344	350	344	344	346	345	348	358	365	355
StSt	323	313	316	321	328	326	329	330	330	342	347	351	344	350	345	351	358	356	351

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

The HIT system (*Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere*, StMLF, undated) was introduced in Germany in accordance with the EU

Das *Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (HIT)* (StMLF, o.J.), das gemäß den Vorgaben der Europäischen Gemeinschaft (1997)

(1997) to guarantee the knowledge of origin of animals and to safeguard the respective information. It provides the age of slaughtering and slaughter weights (carcass weights, to some extent weights before slaughtering) for male cattle since 1999 (inclusively). These data cover single districts and are complete.

In their annual reports, the *German association of cattle breeders (ADR)* publish data on beef cattle production including details regarding live weight before slaughtering, age at slaughtering and weight gains for a random sample of about 6000 to 7000 animals. The race is not referred to (ADR, 1993 ff).

These three data sets (calculation, HIT, ADR) are incompatible. Consequently, a method to achieve a data gap closure had to be developed:

Weight before slaughtering

A comparison of the data calculated from official slaughter statistics with those provided by HIT shows that they do not differ much. Baden-Württemberg and Saarland are exceptions, where the number of animals slaughtered differs considerably from the number of animals produced.

Weight gains

An almost complete time series of mean weight gains can be obtained from ADR reports (Table 4.39). The weight gains reported there originate from random samples including all races.

eingerrichtet wurde, liefert Schlachtdaten und Schlachalter für männliche Rinder aufgeschlüsselt nach Landkreisen und Jahren für den Zeitraum ab 1999 einschließlich. Diese Erfassung ist vollständig.

Die *Arbeitsgemeinschaft der Rinderzüchter Deutschlands (ADR)* beschreibt in ihren jährlichen Berichten zur Rinderproduktion in Deutschland Ergebnisse der Fleischleistungsprüfung mit Angaben zu Lebendgewicht bei Schlachtung, Schlachalter und täglichen Zunahmen für eine Stichprobe von 6000 bis 7000 Tieren unter Angaben der Rasse (ADR 1993 ff).

Die drei Datensätze (Berechnung, HIT, ADR) sind nicht ineinander überführbar.

Folglich musste eine gesonderte Methode zur Schließung der Datenlücken entwickelt werden. Sie ist im Folgenden beschrieben:

Lebendengewichte

Die aus der Schlachstatistik berechneten Lebendgewichte und die HIT-Datensätze weichen nicht wesentlich voneinander ab. Ausnahmen sind Baden-Württemberg und Saarland. Dort weichen die Zahlen der im Land produzierten und der im Land geschlachteten Tiere stark voneinander ab.

Gewichtszunahmen

Eine fast vollständige Zeitreihe mittlerer Gewichtszunahmen ist in den ADR-Berichten zu finden (Table 4.39). Die dort beschriebenen Gewichtszunahmen sind an Stichproben über alle Rassen gewonnen.

Table 4.39: Bulls (male beef cattle), mean weight gains $\Delta w_{\text{bm, ADR}}$ (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$) (calculated from ADR data, ADR, 1993 ff)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Germany			1212	1219	1176	1223	1221	1247	1193	1196	1195	1229	1191	1279	1223	1217	1197	1222	1266

Table 4.40: Bulls (male beef cattle), mean weight gains as reported in HIT $\Delta w_{\text{bm, HIT}}$ (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW										1057	1058	1029	1014	1019	1029	1066	1076		
BY										1222	1230	1221	1202	1199	1200	1234	1236		
BB										1032	979	990	970	972	985	1005	1030		
HE										1024	1024	1002	974	970	981	1018	1035		
MV										1039	1027	1041	985	982	1014	1048	1064		
NI										1086	1097	1090	1070	1071	1071	1101	1096		
NW										1159	1169	1159	1131	1126	1140	1181	1184		
RP										1031	1041	967	956	987	1022	1066	1093		
SL										944	956	925	917	949	961	990	1020		
SN										1063	1042	1029	1004	1006	1017	1032	1056		
ST										1052	1065	1050	998	963	990	999	1046		
SH										970	1147	994	981	985	985	1013	1017		
TH										1073	1070	1059	1045	1041	1045	1069	1076		
StSt																			
Germany										1118	1148	1122	1100	1105	1107	1143	1137		

Source: HIT, communicated data set

HIT data provide an incomplete time series of weight gains for single districts. The data aggregated for Federal States are shown in Table 4.40.

Unvollständige Zeitreihen für Kreise lassen sich aus HIT-Daten errechnen. Die auf Länder aggregierten Daten sind in Table 4.40 zusammengestellt.

On average, ADR data exceed the means deduced from HIT data by about $100 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (cf. Figure 4.8).

Die ADR-Daten sind im Mittel um $100 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ höher als die aus den HIT-Daten abgeleiteten Mittelwerte (vgl. Figure 4.8).

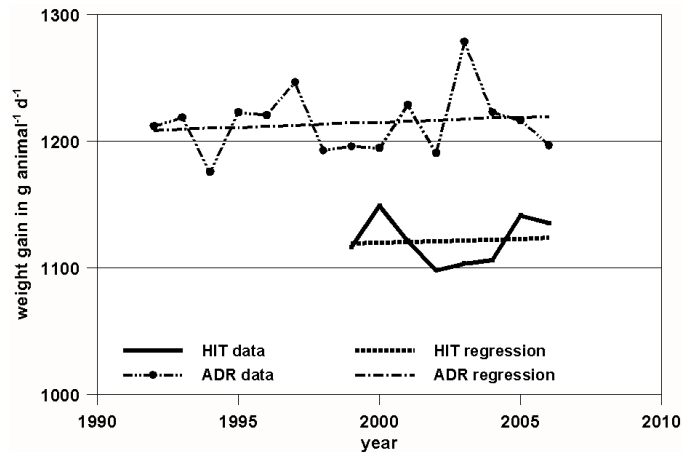


Figure 4.8: Bulls (male beef cattle), comparison of weight gain data (ADR and HIT data sets)

The mean weight gains that are calculated from the official slaughter statistics and the age of slaughtering as reported by HIT, differ only little from the weight gains reported by HIT itself (between -20 and $+30 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, with a mean of $+6 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

Die mittleren Gewichtszunahmen, die sich aus den Schlachtstatistiken unter Zugrundelegung der HIT-Schlachtzeitpunkte ableiten lassen, weichen von den HIT-Gewichtszunahmen nur wenig ab (zwischen -20 und $+30 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, im Mittel $+6 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

For the construction of a consistent and complete time series it is assumed that the mean difference is constant with time.

Für die Erstellung einer vollständigen Zeitreihe wird angenommen, dass diese Differenz konstant bleibt.

Table 4.41: Bulls (male beef cattle), mean weight gain before slaughtering as a fraction of national mean weight gains

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	mean
Baden-Württemberg	0.94	0.93	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.94
Bayern	1.09	1.08	1.10	1.10	1.10	1.09	1.09	1.09	1.09
Brandenburg	0.92	0.86	0.89	0.89	0.89	0.90	0.89	0.91	0.89
Hessen	0.92	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.90	0.91	0.90
Mecklenburg-Vorpommern	0.93	0.90	0.93	0.90	0.90	0.92	0.93	0.94	0.92
Niedersachsen	0.97	0.96	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97
Nordrhein-Westfalen	1.04	1.03	1.04	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04
Rheinland-Pfalz	0.92	0.91	0.87	0.87	0.90	0.93	0.94	0.96	0.91
Saarland	0.84	0.84	0.83	0.84	0.87	0.88	0.87	0.90	0.86
Sachsen	0.95	0.91	0.92	0.92	0.92	0.93	0.91	0.93	0.92
Sachsen-Anhalt	0.94	0.93	0.94	0.91	0.88	0.90	0.88	0.92	0.92
Schleswig-Holstein	0.87	1.01	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91
Thüringen	0.96	0.94	0.95	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95

The mean weight gains assessed for the single Federal States which can be obtained from HIT data, differ from the German mean. The ratios between them and the German mean appear to be constant (Table 4.41). We thus extrapolate the ratio to describe the situation before 1999.

Die mittleren Gewichtszunahmen in den einzelnen Bundesländern, wie sie sich aus den HIT-Daten ergeben, weichen von den deutschen Mittelwerten ab (Table 4.41). Die Verhältnisse erscheinen weitgehend konstant und werden daher extrapoliert, um die Zeit vor 1999 zu beschreiben.

Thus, a complete data set for weight gains of beef bulls with a resolution in space of Federal States can

Ein vollständiger Datensatz für Gewichtszunahmen bei Bullen mit einer Auflösung auf Bundesländer

be obtained as follows:

- Aggregated HIT data are used for the years from 1999 to 2006 without modification.
- For the years before that are covered by the ADR data set the following procedure is applied:

kann wie folgt erstellt werden:

- Die aggregierten HIT-Daten für die Jahre 1999 bis 2006 werden unverändert übernommen.
- Für die Jahre davor, für die ADR-Daten vorliegen, gilt:

$$\Delta w_{\text{bm}, i, j} = (\Delta w_{\text{bm}, \text{ADR}, i} - a) \cdot f_j \quad (4.83)$$

where

$\Delta w_{\text{mb}, i, j}$	weight gain of bulls in year i and federal state j (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
$\Delta w_{\text{mb}, \text{ADR}, i}$	weight gain of bulls in year i as reported by ADR (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
a	correction term ($a = 100 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
f_j	correction factor for federal state j (see context to Table 4.41)

Further data gap closure

As with heifers, the respective 1991 data were used to fill the data gaps for 1990 and the New Länder. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin those from Brandenburg.

Schließen weiterer Datenlücken

Wie bei den Färsen werden für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern die Daten für 1991 gesetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

4.6.2 Energy requirements / Energiebedarf

4.6.2.1 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

Between 100 and 125 kg an^{-1} the mean weight gain is assumed to be 1000 $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$. This results in ME requirements of 35 $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$, of which 17 $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ are given with concentrates (KTBL, 2004, pg. 371).

Energy requirements above 125 kg an^{-1} until slaughtering are calculated as a function of weight and weight gain. Based on the race-specific data for daily ME requirements as given in Table 4.42 and Table 4.43 a regression model has been derived (see subsequent equations) which proves to be race-independent. This will be shown (see Figure 4.10) by comparing the results of the regression model to the race-independent data of cumulative ME requirements presented in Table 4.44.

Im Lebensabschnitt von 100 bis 125 kg an^{-1} werden über 25 d bei einer Gewichtszunahme von 1000 $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ 35 $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ ME gefüttert, davon 17 $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ ME als Kraftfutter (KTBL, 2004, S. 371).

Der Energiebedarf für den Abschnitt von 125 kg an^{-1} bis zum Schlachten wird in Abhängigkeit von Gewicht und Gewichtszunahme berechnet. Aufbauend auf den rassespezifischen Daten zum täglichen ME-Bedarf in Table 4.42 und Table 4.43 wird hierzu nachstehend ein Regressionsmodell entwickelt, das sich als rasseunabhängig erweist. Die von der Rasse unabhängigen Daten für den kumulativen ME-Bedarf in Table 4.44 dienen der Überprüfung des Regressionsmodelles (vgl. Figure 4.10).

Table 4.42: Frisian bulls (Schwarzbunte), daily ME requirements as function of animal weight and weight gain (in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$ ME)

weight gain Δw in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$	weight w (in kg an^{-1})							
	175	225	275	325	375	425	475	525
600	35.2	41.4	46.6	53.7	59.8	65.9	72.0	78.2
800	39.4	46.0	52.7	59.6	66.6	83.7	81.1	88.9
1000	44.4	51.2	58.6	66.4	74.5	83.1	92.4	102.5
1200		57.1	65.2	74.2	83.8	94.4	106.1	120.0
1400			72.8	83.1	94.7			

Source: GfE (1995)

Table 4.43: Fleckvieh bulls, daily ME requirements as function of animal weight and weight gain (in MJ an⁻¹ d⁻¹ ME)

weight gain Δw in g an ⁻¹ d ⁻¹	weight w (in kg an ⁻¹)								
	150	200	250	300	350	400	450	500	550
400			41.6	47.5	53.2	58.9	64.6	70.1	75.5
500	30.5	37.4	43.9	50.4	56.6	62.8	69.0	75.1	81.4
600	32.3	39.6	46.7	53.6	60.5	67.3	74.2	81.0	88.0
700	34.1	42.0	49.6	57.2	64.7	72.2	79.9	87.5	95.4
800	36.0	44.3	52.6	60.9	69.1	77.5	86.0	94.5	103.2
900		46.6	55.8	64.6	73.7	83.2	92.7	102.0	111.6
1000			59.0	68.6	78.5	89.3	100.0	110.0	120.6

Source: GfE (1995)

Table 4.44: Bulls (male beef cattle), cumulative metabolisable energy ΣME required for various animal weights and weight gains (in GJ an⁻¹)

mean weight gain Δw in g an ⁻¹ d ⁻¹	final weight w_{fin} (in kg an ⁻¹)					
	450	500	550	600	650	700
800	21.51	26.88	32.77	38.81	45.02	51.23
900	20.04	25.08	30.64	36.30	42.11	47.92
1000	18.89	23.67	28.97	34.26	39.52	44.87
1100	17.83	22.39	27.46	32.37	37.68	42.81
1200	16.77	21.12	25.96	30.71	35.92	40.92
1300	15.70	19.82	24.47	29.08	34.16	39.03
1400	14.64	18.53	22.97	27.46	32.40	37.13
1500	13.58	17.23	21.48	25.83	30.64	35.24
1600	12.52	15.94	19.99	24.20	28.88	33.35

Source: KTBL (2006b), pg. 460

These data describe an area in the $ME-w-\Delta w$ -diagram as shown in Figure 4.9.

Table 4.44 was converted into a steady function relating cumulative energy ΣME required as a function of final live weight w_{fin} and mean weight gain Δw :

Diese Daten beschreiben eine Fläche im $ME-w-\Delta w$ -Diagramm in Figure 4.9.

Die Daten in Table 4.44 wurden in eine stetige Funktion entwickelt, die den kumulativen Energiebedarf ΣME als Funktion des Endgewichts w_{fin} und der mittleren Gewichtszunahme Δw beschreibt:

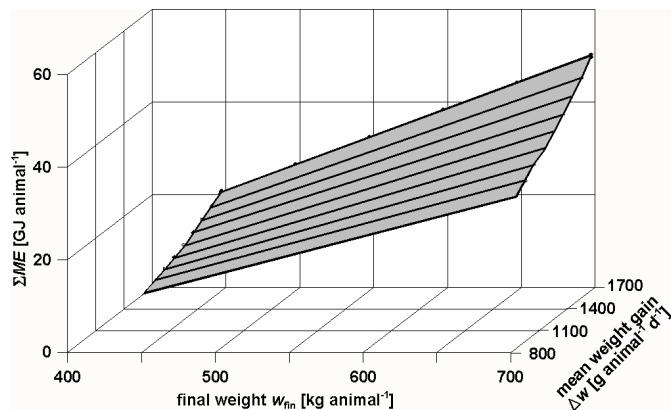


Figure 4.9: Bulls (male beef cattle), cumulative ME according to Table 4.44. Start weight 125 kg an⁻¹, final weight w_{fin} , and weight gains Δw between 800 and 1600 g an⁻¹ d⁻¹.

$$\Sigma ME = -(a \cdot w_{fin} - b) \cdot \ln\left(\frac{\Delta w}{\Delta w_{unit, g}}\right) + c \cdot w_{fin} - d \quad (4.84)$$

where

ΣME	cumulative metabolisable energy (in MJ an ⁻¹)
a	constant ($a = 48.936 \text{ MJ kg}^{-1}$)
w_{fin}	final live weight (in kg an ⁻¹)
b	constant ($b = 9020 \text{ MJ an}^{-1}$)
Δw	mean live weight gain per day (in g an ⁻¹ d ⁻¹)
$\Delta w_{\text{unit, g}}$	unit weight gain ($\Delta w_{\text{unit, g}} = 1 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
c	constant ($c = 444.6 \text{ MJ kg}^{-1}$)
d	constant ($d = 91765 \text{ MJ an}^{-1}$)

As shown in Figure 4.10 this equation describes the data from Table 4.44 adequately.

Figure 4.10 veranschaulicht, dass die vorstehende Gleichung die Daten in Table 4.44 gut beschreibt.

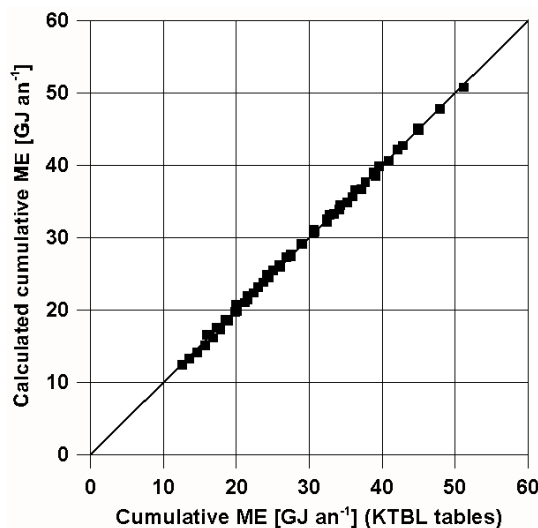


Figure 4.10: Bulls (male beef cattle), cumulative ME by KTBL and by calculation (KTBL: as given in Table 4.43; calculated: with the above equation; regression: slope 0.999; intercept 0.004; $R^2 = 0.999$)

4.6.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

During fattening phase 1 with a mean weight gain of $1000 \text{ g an}^{-1} \text{ d}^{-1}$ up to an animal weight of 125 kg an^{-1} the bulls receive a constant supply of concentrates and maize silage in order to cover the energy and protein requirements.

In the subsequent fattening phase 2 the animals are provided with variable amounts of concentrates and maize silage ad libitum, as described in Chapter 4.6.2. Relevant feed properties are listed in Table 4.33.

In agreement with GfE (1995) Flachowsky (expert judgement) proposed to calculate the amount of concentrates fed as a function of body weight:

$$m_{\text{conc, mb}} = a + b \cdot \beta \cdot \Delta w_{\text{mb}} \quad (4.85)$$

where

$m_{\text{conc, mb}}$	amount of concentrates fed (in kg an ⁻¹ d ⁻¹ DM)
a	constant ($a = 1 \text{ kg an}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ DM}$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 0.001 \text{ kg g}^{-1}$)
b	constant ($b = 1 \text{ kg kg}^{-1}$)
Δw_{mb}	weight gain (in g an ⁻¹ d ⁻¹)

In Mastphase 1 mit $1000 \text{ g an}^{-1} \text{ a}^{-1}$ Gewichtszunahme bis zu einem Gewicht von 125 kg an^{-1} wird mit konstanten Kraftfuttergaben und Maissilage so gefüttert, dass Energie- und Proteinbedarf gedeckt wird.

In Phase 2 werden die Tiere entsprechend den in Kapitel 4.6.2 beschriebenen Futtermengen versorgt (variable Kraftfuttergabe, Maissilage ad libitum). Wichtige Futtereigenschaften gehen aus Table 4.33 hervor.

Die Kraftfuttermenge wird nach Flachowsky (Expertenurteil, in Anlehnung an GfE, 1995) als Funktion der Gewichtszunahme berechnet:

The concentrates contain cereal groats (50 %), rape groats (25 %), and soy bean groats (25 %). The characteristics of the concentrates are given in Table 4.33.

The share of grass and grass silage on roughage may be taken into account.

Typically, there is no grazing.

The daily feed intake can be derived from the metabolisable energy requirements, the contents of metabolisable energy of the various feed constituents, and the dry matter contents. The data required are given in Table 4.33.

However, to calculate the N intake by feed on base of X_{XP} , the daily feed intake is needed in units of dry matter:

$$m_{\text{feed, DM}} = \frac{ME_{\text{gr-s},1}}{\eta_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s},1}}{\eta_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc},1}}{\eta_{\text{ME, conc}}} + \frac{ME_{\text{gr-s},2}}{\eta_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s},2}}{\eta_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc},2}}{\eta_{\text{ME, conc}}} \quad (4.86)$$

where

$m_{\text{feed, DM}}$	daily feed intake (dry matter) (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
$i = 1,2$	index of fattening phase
$ME_{\text{gr}, i}$	intake of metabolisable energy with grass (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, gr}, i}$	metabolisable energy content of grass (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{gr-s}, i}$	intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, gr-s}, i}$	metabolisable energy content of grass silage (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{ma-s}, i}$	intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, ma-s}, i}$	metabolisable energy content of maize silage (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{conc}, i}$	intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{\text{ME, conc}, i}$	metabolisable energy content of concentrates (in MJ MJ ⁻¹)

The daily gross energy is derived from the metabolisable energy and the metabolisabilities of the various feed components (assuming constant conditions over time and space).

$$GE_{\text{bm}} = \frac{ME_{\text{gr-s},1}}{X_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s},1}}{X_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{conc},1}}{X_{\text{ME, conc}}} + \frac{ME_{\text{gr-s},2}}{X_{\text{ME, gr-s}}} + \frac{ME_{\text{ma-s},2}}{X_{\text{ME, ma-s}}} + \frac{ME_{\text{co},2}}{X_{\text{ME, co}}} \quad (4.87)$$

where

GE_{bm}	daily gross energy intake for bulls (mature beef males) (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$i = 1,2$	index of fattening phase
$ME_{\text{gr}, i}$	intake of metabolisable energy with grass (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, gr}, i}$	mean metabolisability of grass (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{gr-s}, i}$	intake of metabolisable energy with grass silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, gr-s}, i}$	mean metabolisability of grass silage (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{ma-s}, i}$	intake of metabolisable energy with maize silage (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, ma-s}, i}$	mean metabolisability of maize silage (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{conc}, i}$	intake of metabolisable energy with concentrates (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{\text{ME, conc}, i}$	mean metabolisability of concentrates (in MJ MJ ⁻¹)

As an additional result, a mean digestibility of the diet is obtained (0.789 MJ MJ⁻¹).

Das Kraftfutter enthält Getreideschrot (50 %), Rapsschrot (25 %) und Sojaschrot (25 %). Zu den mittleren Eigenschaften des Kraftfutters s. Table 4.33 .

Der Anteil von Gras und Grassilage am Grundfutter kann berücksichtigt werden.

Weidegang ist nicht vorgesehen.

Der tägliche Futterbedarf (Trockensubstanz) wird aus dem Bedarf an umsetzbarer Energie, den ME-Gehalten der verschiedenen Futteranteile sowie der Trockensubstanzgehalten abgeleitet. Zu den erforderlichen Daten s. Table 4.33.

Für die Berechnung N-Aufnahme über die Nahrung mit Hilfe von X_{XP} wird allerdings die tägliche Futtermenge in Trockenmasse-Einheiten benötigt:

Die tägliche Gesamtenergie wird aus der umsetzbaren Energie und den Umsetzbarkeiten der verschiedenen Futteranteile abgeleitet (zeitlich und örtlich konstante Standardwerte).

4.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

Methane emissions from enteric fermentation are

Die Methan-Emissionen aus der Verdauung wer-

calculated as follows:

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent, bm}} = GE_{\text{bm}} \cdot \frac{x_{\text{CH}_4, \text{bm}} \cdot \alpha}{\eta_{\text{CH}_4}} \quad (4.88)$$

where

$EF_{\text{CH}_4, \text{ent, bf}}$	emission factor for methane from enteric fermentation for bulls (mature beef males) (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
GE_{bm}	daily gross energy intake for bulls (mature beef males) (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
$x_{\text{CH}_4, \text{bm}}$	methane conversion rate ($x_{\text{CH}_4, \text{bm}} = 0.065 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{CH}_4$)

The methane conversion factor provided in IPCC(2006)-10.30, Table 10.12 was used.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

The German inventory makes use of a Tier 2 for other cattle, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

Energy requirements are calculated using national data. Feed properties vary with time and region.

Constants are taken from IPCC 2006 as they are updated with respect to IPCC 1996 (see reasoning in IPCC 2006, pg. 10.30). The methane conversion rate for all other cattle apart from calves is 6.5 % and thus exceeds the one proposed in IPCC 1996.

The mean methane conversion factor proposed in IPCC 2006 exceeds that from IPCC 1996.

Uncertainty of the emission factor

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

4.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 3 procedure, see Chapter 3.4.3.4.

4.6.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted are derived from GE requirements calculated according to Chapter 4.6.3. For the method see Chapter 3.4.1.

The calculation of VS excretions makes use of the

den werden folgt berechnet:

Hierbei wurde der Methan-Umwandlungsfaktor IPCC(2006)-10.30, Tabelle 10.12 entnommen.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Das deutsche Inventar verwendet ein Stufe-2-Verfahren für die übrigen Rinder. Es unterscheidet zwischen Kälbern, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühen und Zuchtbullen.

Der Energiebedarf wird unter Verwendung nationaler Daten berechnet. Futtereigenschaften variieren je nach Zeit und Region.

Die Konstanten aus IPCC 2006 werden verwendet, da sie gegenüber IPCC 1996 aktualisiert wurden (zur Begründung siehe IPCC 2006, S. 10.30). Die für übrige Rinder angegebene Methan-Umwandlungsrate beträgt (außer bei Kälbern) 6,5 % und ist damit größer als die in IPCC 1996 angegebene.

Der mittlere Umwandlungsfaktor für übrige Rinder nach IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996 angegebene.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{\text{CH}_4, \text{ent}}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Zur Bestimmung der CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-3-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.4.

Die Mengen der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden nach Kapitel 3.4.1 aus dem in Kapitel 4.6.3 berechneten GE-Bedarf abgeleitet.

Bei der Berechnung der VS-Ausscheidungen wird

standard value of ash content (0.08 kg kg^{-1}) as given by (IPCC(2006)-10.73). The overall digestibility of the feed is calculated on base of the data given in Table 4.33.

4.6.5.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH_4 emissions from straw in systems with bedding..

4.6.5.3 Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.6.4).

For straw based systems the release of CH_4 from the fermentation of straw is considered.

Typically, there is no grazing.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

The German inventory differentiates between regional feeds, temperatures as well as housing and storage systems.

Energy and nutrient requirements are calculated using national data. Feed properties may vary with time and region.

The methodology used allows to derive VS and N excretion rates.

In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on both CH_4 and N_2O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH_3 emissions.

In addition, IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 equals that of IPCC 1996.

The methane conversion factor (MCF) for solid storage given by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

der Aschegehalt mit von $0,08 \text{ kg kg}^{-1}$ angenommen (Standard-Wert, IPCC(2006)-10.73). Die effektive Verdaulichkeit des Futters ergibt sich mit Hilfe der Daten aus Tabelle Table 4.33.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.6.4).

Bei strohgebundenen Systemen wird die mögliche CH_4 -Freisetzung aus Stroh berücksichtigt

Weidegang ist nicht üblich.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Für übrige Rinder wird ein Stufe-2-Verfahren angewendet, das zwischen Kälbern, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühen und Zuchtbullen unterscheidet.

Das deutsche Inventar berücksichtigt regional unterschiedliche Fütterungen, Temperaturen sowie Stall- und Lagersysteme.

Energie- und Nährstoffbedarf werden mit nationalen Daten ermittelt.

Das Verfahren erlaubt die Ableitung von VS- und N-Ausscheidungen.

Es ist wichtig, in dem verwendeten Massenfluss-Ansatz zwischen eben diesen Stall- und Lagerungsverfahren zu unterscheiden, da sie sich auf die CH_4 - und N_2O -Emissionsfaktoren auswirken.

IPCC 2006 erlaubt hier eine differenziertere Beschreibung für beide Gase. Die Benutzung des Massenfluss-Verfahrens erlaubt auch eine konsistente Behandlung der NH_3 -Emissionen.

Darüber hinaus ermöglicht IPCC 2006 die Verwendung temperaturabhängiger Methan-Umwandlungsfaktoren, während IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die maximale Methan-Bildungskapazität nach IPCC 2006 entspricht der in IPCC 1996.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist ist größer als der in IPCC 1996.

Der MCF für Weide ist dergleiche in IPCC 2006 und IPCC 1996.

4.6.5.4 *Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren*

The maximum methane producing capacity ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) and the conversion factors (MCF) for the respective manure storage system are taken from IPCC(2006)-10.78 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.)

The values to be used for other cattle are listed in Table 4.28.

The relevant frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.6.4).

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (MCF für Gülle-Systeme temperaturabhängig).

Die für übrige Rinder zu verwendenden Größen sind in Table 4.28 zusammengestellt.

Die berücksichtigte Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.6.4).

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

4.6.6 *NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen*

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 0. All cattle types are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.10). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 0. Für alle Rinder werden die gleichen NMVOC-Emissionsfaktoren verwendet (Table 4.10). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

4.6.7 *Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies*

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagerstypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

4.6.7.1 *N excretion / N-Ausscheidung*

N excretion is calculated as the difference between N intake and N retained. Values range about $35 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

The TAN content of excreta is variable and calculated. TAN contents are in the order of magnitude of $0,45 \text{ kg kg}^{-1}$.

Die N-Ausscheidungen ergeben sich als Differenz zwischen N-Aufnahme und N-Retention. Es ergeben sich Werte um $35 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Der TAN-Gehalt der Ausscheidungen ist variabel und wird ebenfalls berechnet; er liegt bei etwa $0,45 \text{ kg kg}^{-1}$.

4.6.7.2 *Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren "Stall und Weide"*

The TAN related emission factors for dairy cows are used (see Table 4.20).

Es werden die TAN bezogenen Emissionsfaktoren der Milchkühe verwendet (vgl. Table 4.20).

Grazing is not considered.

Weidegang ist nicht vorgesehen.

4.6.7.3 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts are given in Table 4.45. For the properties of straw see Chapter 3.6.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.45 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

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

Table 4.45: Bulls (mature beef cattle), N inputs with straw in German bull houses

Animal house type	straw input kg pl ⁻¹ d ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ d ⁻¹
tied systems	2.0 ^a	1.7	8.6·10 ⁻³	4.3·10 ⁻³
loose housing deep litter	5.0 ^b	4.3	21.5·10 ⁻³	10.8·10 ⁻³
loose housing sloped floor	2.5 ^c	2.2	10.8·10 ⁻³	5.4·10 ⁻³

^a Assumption: same value as for heifers, tied systems (cf. Table 4.34)

^b Source: KTBL (2006a), pg. 373

^c Source: KTBL (2006a), pg. 365

4.6.7.4 Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 3.5.2.2.4).

Die Umwandlungsprozesse und -raten entsprechen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel 3.5.2.2.4).

4.6.7.5 Partial emission factors "storage" and "spreading" / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

Emissions are calculated as for dairy cows (see Chapter 4.3.8.7.2) and cattle in general (Chapter 4.2.3).

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen bzw. bei Rindern allgemein berechnet (vgl. Kapitel 4.3.8.7.2 bzw. 4.2.3).

4.6.7.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assumption of EMEP (2007)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃ is also valid for bulls.

Auch für Bullen gilt nach EMEP (2007)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH₃ die Größenordnung von 30 % hat.

As for dairy cattle, N₂O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Für N₂O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.6.7.7 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

4.6.7.8 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 4.6.5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen Kapitel 4.6.5.3 entnommen.

4.6.7.9 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 4.46. (EMEP(2007) B1100).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.46 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1110).

Table 4.46: Bulls (male beef cattle), emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing (first estimates)

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10} $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$	Emission factor for $PM_{2.5}$ $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$
bulls	solid	0.32	0.21
	slurry	0.24	0.16

Source: EMEP(2007)-B1100-5

4.6.8 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.47: Bulls (male beef), related tables in the Tables volume

			From	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.04	
		CH ₄ manure management	EM1005.04	
		NMVOC	EM1005.35	
		NH ₃	EM1009.04	
		N ₂ O	EM1009.42	EM1009.44
		NO	EM1009.132	
		PM ₁₀	EM1010.04	
	PM _{2.5}	EM1010.24		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.04	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.04	
		CH ₄ manure management	IEF1005.04	
		NMVOC	IEF1005.33	
		NH ₃	IEF1009.04	
		N ₂ O	IEF1009.39	IEF1009.41
		NO	IEF1009.98	
		PM ₁₀	IEF1010.04	
	PM _{2.5}	IEF1010.22		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.58	AI1005CAT.74
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.10	EXCR.12

4.7 Suckler cows / Mutterkühe

Suckler cow herds serve the production of saleable calves. The cows are kept in the house or grazing all year round.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows (“other cattle”) is a key source with respect to both level and trend (NIR 2009).

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The marginal importance of suckler cows with respect to their share in emissions in the subcategory „Other cattle“ justifies a comparatively simple treatment.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 4.48.

Mutterkuh-Herden dienen der Produktion von absetzbaren Kälbern. Mutterkühe werden im Stall als auch ganzjährig auf der Weide gehalten.

Für die „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich Menge und Trend (NIR 2009).

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Der geringe Anteil der Emissionen aus der Mutterkuh-Haltung an den Gesamtemissionen aus der Kategorie „übrige Rinder“ rechtfertigt eine vergleichsweise einfache Behandlung.

Die Emissionen werden nach den in Table 4.48 zusammengestellten Verfahren berechnet.

Table 4.48: Suckler cows, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	2	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management	2	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2,5}	animal house	1	EMEP	district	national	1 a

4.7.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.7.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers as provided by the Statistical offices of the federal states (StatLA C III 1 – vj 4, cf. Table 4.1) can be used directly.

Die von den von den Statistischen Landesämtern (StatLA C III 1 – vj 4) bereitgestellten Tierzahlen n_K (s. Table 4.1) können unverändert für das Inventar übernommen werden.

$$n_{sc} = n_K \quad (4.89)$$

where

n_{sc} number of suckler cows considered
 n_K etc. animal numbers of type K (etc.) in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

In previous years, the number of cattle was underestimated in principle, as the national census did not cover all farms (see Dämmgen, 2005). The uncertainty (standard deviation) was in the order of 5 %. Meanwhile all cattle are registered in the HIT data base. This means the uncertainty of cattle numbers is almost zero.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

In früheren Jahren wurden durch die Vorgehensweise bei der statistischen Erhebung nicht alle Tiere erfasst (siehe Dämmgen, 2005). Die Unsicherheit (Standardabweichung) lag in der Größenordnung von 5 %. Durch die zwischenzeitlich eingeführte Erfassung aller Rinder in der HIT-Datenbank tendiert der Fehler in den Rinder-Tierzahlen gegen Null.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird für den gesamten Berichtszeit-

is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 3 % of the animal numbers reported (standard deviation of a normal distribution).

raum von 1990 an eine einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 3 % der berichteten Tierzahl angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

4.7.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The mean weight of suckler cows is considered constant (650 kg an⁻¹).

Das mittlere Gewicht von Mutterkühen wird als konstant angesehen (650 kg an⁻¹).

4.7.1.3 *Calves / Kälber*

As a rule, suckler cows give birth to 0.9 calves per year.

Mutterkühe haben in der Regel 0,9 Kälber pro Jahr.

4.7.1.4 *Energy requirements / Energiebedarf*

The energy requirements of a suckler cow are considered constant with time. A suckler cow without calf (milk yield 10 l d⁻¹) has annual metabolisable energy requirements of approx. 36000 MJ an⁻¹ a⁻¹ ME (KTBL, 2006b, S. 485).

Der Energiebedarf einer Mutterkuh wird als konstant angesehen. Für eine Mutterkuh ohne Kalb wird bei etwa 10 l d⁻¹ Milch eine metabolisierbare jährliche Gesamtenergie von (gerundet) 36000 MJ an⁻¹ a⁻¹ ME angegeben (KTBL, 2006b, S. 485).

The energy and feed requirements of the calf are considered in Chapter 4.4.2.

Das Kalb wird in Kapitel 4.4.2 gesondert betrachtet.

4.7.1.5 *Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme*

1600 MJ an⁻¹ a⁻¹ of the overall annual metabolisable energy requirements are assumed to be taken in with concentrates (KTBL, 2006b, S. 485). The rest is composed of equal shares of grass and grass silage. The composition of concentrates is given in Table 4.33.

Es wird davon ausgegangen, dass 1600 MJ an⁻¹ a⁻¹ der metabolisierbaren jährlichen Gesamtenergie auf Kraftfutter entfallen (KTBL, 2006b, S. 485), der Rest zu gleichen Teilen auf Gras und Grassilage. Die Zusammensetzung des Kraftfutters ist in Table 4.33 angegeben.

The daily feed intake, the intake of N and GE is calculated by analogy to the procedure described for heifers, see Chapter 4.5.3.

Die Berechnung des täglichen Futterbedarfs der N- und GE-Aufnahme über die Nahrung erfolgt analog zur Vorgehensweise bei den Färsen, s. Kapitel 4.5.3.

As a result, a mean digestibility of the diet is obtained (0.688 MJ MJ⁻¹) as well as a daily gross energy intake of $GE_{sc} = 144.1 \text{ MJ an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Als Ergebnis erhält man eine mittlere Verdaulichkeit des Futters von 0,688 MJ MJ⁻¹ sowie eine tägliche Gesamtenergie-Aufnahme von $GE_{sc} = 144,1 \text{ MJ an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

4.7.1.6 *Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung*

According to Chapter 3.3.2.2, a methane conversion rate of 0.065 MJ MJ⁻¹ as suggested in IPCC (2006)-10.30 and GE_{sc} from Chapter 4.7.1.5 lead to the emission factor $EF_{CH_4, \text{ent, sc}} = 61,44 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Nach Kapitel 3.3.2.2 ergibt sich bei einer Methan-Umwandlungsrate von 0,065 MJ MJ⁻¹ (IPCC(2006)-10.30) und GE_{sc} aus Kapitel 4.7.1.5 ein Emissionsfaktor von $EF_{CH_4, \text{ent, sc}} = 61,44 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used for other cattle, differentiating between calves, heifers, bulls (beef),

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein Stufe-2-Verfahren wird für die übrigen Rinder angewendet. Es unterscheidet Kälber, Färsen,

suckler cows and mature males.

Energy requirements are calculated using national data. Feed properties vary with time and region.

Constants are taken from IPCC 2006 as they are updated with respect to IPCC 1996 (see reasoning in IPCC 2006, pg. 10.30). The methane conversion rate for all other cattle apart from calves is 6.5 % and thus exceeds the one proposed in IPCC 1996.

The mean methane conversion factor proposed in IPCC 2006 exceeds that from IPCC 1996.

Uncertainty of the emission factor

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH_4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

4.7.2 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, see Chapter 3.4.3.3.

4.7.2.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted are derived from GE required as described in Chapter 3.4.1.

The data used to calculate VS for suckler cows assume uniform feed and management.

From the calculation of emissions due to enteric fermentation, an excretion of about 819 kg an⁻¹ a⁻¹ VS is deduced, if one uses an ash content of 0,08 kg kg⁻¹ in accordance with IPCC(2006)-10.42. The digestibility is given in Chapter 4.7.1.4.

4.7.2.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

4.7.2.3 Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.6.4).

The duration of grazing (number of days grazing, hours of grazing per day) are assessed and provided by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen.

Der Energiebedarf wird unter Verwendung nationaler Daten berechnet. Futtereigenschaften variieren je nach Zeit und Region.

Die Konstanten aus IPCC 2006 werden verwendet, da sie gegenüber IPCC 1996 aktualisiert wurden (zur Begründung siehe IPCC 2006, S. 10.30). Die für übrige Rinder angegebene Methan-Umwandlungsrate beträgt (außer bei Kälbern) 6,5 % und ist damit größer als die in IPCC 1996 angegebene.

Der mittlere Umwandlungsfaktor für übrige Rinder nach IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996 angegebene.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH_4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.3.

Die Mengen der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden nach Kapitel 3.4.1 aus dem GE-Bedarf abgeleitet.

Die Daten für die Mutterkuh-Haltung gehen von einheitlicher Fütterung und Haltung aus.

Aus den Berechnungen zu den Emissionen aus der Verdauung folgt eine Ausscheidung von etwa 819 kg an⁻¹ a⁻¹ VS, wenn man für den Aschegehalt mit IPCC(2006)-10.42 0,08 kg kg⁻¹ annimmt. Zur Verdaulichkeit s. Kapitel 4.7.1.4.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.6.4).

Die Dauer des Weidegangs (Zahl der Weidetage, Dauer der täglichen Weide) wird in RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet und bereitgestellt.

4.7.2.4 *Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren*

The maximum methane producing capacity ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.78 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.).

The values to be used for other cattle are listed in Table 4.28.

The relevant frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.3.6.4).

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

The German inventory differentiates between regional feeds, temperatures as well as housing and storage systems.

Energy and nutrient requirements are calculated using national data. Feed properties may vary with time and region.

The methodology used allows to derive VS and N excretion rates.

In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on both CH_4 and N_2O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH_3 emissions.

In addition, IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 equals that of IPCC 1996.

The methane conversion factor (MCF) for solid storage given by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (für Gülle-Systeme temperaturabhängig).

Die für „übrige Rinder“ zu verwendenden Größen sind in Table 4.28 zusammengestellt.

Die berücksichtigte Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.3.6.4).

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Für übrige Rinder wird ein Stufe-2-Verfahren angewendet, das Kälber, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen unterscheidet.

Das deutsche Inventar berücksichtigt regional unterschiedliche Fütterungen, Temperaturen sowie Stall- und Lagersysteme.

Energie- und Nährstoffbedarf werden mit nationalen Daten ermittelt.

Das Verfahren erlaubt die Ableitung von VS- und N-Ausscheidungen.

Es ist wichtig, in dem verwendeten Massenfluss-Ansatz zwischen diesen Stall- und Lagerungsverfahren zu unterscheiden, da sie sich auf die CH_4 - und N_2O -Emissionsfaktoren auswirken.

IPCC 2006 erlaubt hier eine differenziertere Beschreibung für beide Gase. Die Benutzung von IPCC 2006 erlaubt es, den Massenfluss konsistent mit den NH_3 -Emissionen zu berechnen..

Darüber hinaus ermöglicht IPCC 2006 die Verwendung temperaturabhängiger Methan-Umwandlungsfaktoren, während IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die maximale Methan-Bildungskapazität nach IPCC 2006 entspricht der in IPCC 1996.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist ist größer als der in IPCC 1996.

Der MCF für Weide ist dergleiche in IPCC 2006 und IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

4.7.3 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. All cattle types are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.10). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 3.4.4. Für alle Rinder werden die gleichen NMVOC-Emissionsfaktoren verwendet (Table 4.10). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

4.7.4 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lager-typen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

4.7.4.1 N excretion / N-Ausscheidung

In accordance with KTBL (2006b), pg. 490, the nitrogen excretion is assumed to amount to $82 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$, 60 % of which is assumed to be TAN (according to Webb, 2001).

Mit KTBL (2006b), S. 490, werden N-Ausscheidungen von $82 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ angenommen. Der TAN-Gehalt der N-Ausscheidungen wird mit 60 % angesetzt (Webb, 2001).

4.7.4.2 N input with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts are given in Table 4.49. For the properties of straw see Chapter 3.6.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 4.49 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

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

Table 4.49: Suckler cows, N inputs with straw in German suckler cow houses

Animal house type		straw input ^a kg pl ⁻¹ d ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ d ⁻¹
tied systems	all systems	5.0 ^a	4.3	$21.5 \cdot 10^{-3}$	$10.8 \cdot 10^{-3}$
loose housing	all systems	8.0 ^b	6.9	$34.4 \cdot 10^{-3}$	$17.2 \cdot 10^{-3}$

^a Source: KTBL (2006a), pg. 221
^b Source: KTBL (2006a), pg. 385

4.7.4.3 Partial emission factors "housing and grazing" / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

The TAN related emission factors for dairy cows are used (see Table 4.20).

Es werden die TAN bezogenen Emissionsfaktoren der Milchkühe verwendet (vgl. Table 4.20).

The NH₃-N emission factor for grazing is according to Döhler et al. (2002), updated according to Misselbrook (2001): $EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, related to N excreted.

Der auf die ausgeschiedene N-Menge bezogene Emissionsfaktor für NH₃-N bei Weidegang beträgt (Döhler et al., 2002, aktualisiert nach Misselbrook, 2001): $EF_{\text{NH}_3\text{-N, graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

4.7.4.4 Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 3.5.2.2.4).

Die Umwandlungsprozesse und -raten entsprechen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel 3.5.2.2.4).

4.7.4.5 Partial emission factors “storage” and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

Emissions are calculated as for dairy cows (see Chapter 4.3.8.7.2) or cattle in general (see Chapter 4.2.3).

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen bzw. bei Rindern allgemein berechnet (vgl. Kapitel 4.3.8.7.2 bzw. Kapitel 4.2.3).

4.7.4.6 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The assumption of EMEP (2007)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH_3 is also valid for suckler cows.

Auch für Mutterkühe gilt nach EMEP (2007)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH_3 die Größenordnung von 30 % hat.

As for dairy cattle, N_2O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Für N_2O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.7.5 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

4.7.5.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 0.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 0 entnommen

4.7.5.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

With regard to particle emissions, suckler cows are treated as dairy cows. The emission factors used are listed in Table 4.50 (EMEP(2007) B1100).

Mutterkühe werden hinsichtlich der Staub-Emissionen wie Milchkühe behandelt. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.50 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

Table 4.50: Suckler cows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10} $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$	Emission factor for $PM_{2.5}$ $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$
suckler cows	tied or litter	0.70	0.45
	cubicles (slurry)	0.36	0.23

Source: EMEP(2007)-B1100-5

4.7.6 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.51: Suckler cows, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.05	
		CH ₄ manure management	EM1005.05	
		NMVOC	EM1005.36	
		NH ₃	EM1009.05	
		N ₂ O	EM1009.45	EM1009.47
		NO	EM1009.133	
		PM ₁₀	EM1010.05	
		PM _{2,5}	EM1010.25	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.05	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.05	
		CH ₄ manure management	IEF1005.05	
		NMVOC	IEF1005.34	
		NH ₃	IEF1009.05	
		N ₂ O	IEF1009.42	IEF1009.44
		NO	IEF1009.99	
		PM ₁₀	IEF1010.05	
		PM _{2,5}	IEF1010.23	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.75	AI1005CAT.91
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR13	EXCR15

4.8 Bulls (mature males) / Zuchtbullen

All male cattle above 2 years are considered to be used for reproduction.

Methane emission from enteric fermentation of cattle other than dairy cows (“other cattle”) is a key source with respect to both level and trend (NIR 2009).

For ammonia and NMVOC, other cattle are considered to be a key source (CEIP/EEA, 2008).

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 4.52.

As the contribution of mature males to the overall emissions is very small, a comparatively simple treatment seems justified.

Als Zuchtbullen werden alle männlichen Rinder angesehen, die älter als 2 Jahre sind.

Für die „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich Menge und Trend (NIR 2009).

„Übrige Rinder“ sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen und der NMVOC-Emissionen eine Hauptquellgruppe (CEIP/EEA, 2008).

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 4.52 zusammengestellten Verfahren.

Die relative Einfachheit der Beschreibung wird durch den geringen Beitrag der Zuchtbullen zur Gesamtemission gerechtfertigt.

Table 4.52: Bulls (mature males), calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	Enteric fermentation	2	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	Manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
NMVOC	Manure management	1	EMEP	district	national	1 a
NH ₃	Manure management	2	EMEP / national	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	Manure management	2	IPCC / national	district	district	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	Animal house	1	EMEP	district	national	1 a

4.8.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.8.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4), see n_G in Table 4.1. They can be used directly.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4), s. n_G in Table 4.1. Sie werden unverändert übernommen.

$$n_{mm} = n_G \quad (4.90)$$

where

n_{mm}	number of bulls (mature males) considered
n_G	animal numbers of type G in the German census (see Table 4.1)

Uncertainty of activity data

In previous years, the number of cattle was underestimated in principle, as the national census did not cover all farms (see Dämmgen, 2005). The uncertainty (standard deviation) was in the order of 5 %. Meanwhile all cattle are registered in the HIT data base. This means the uncertainty of cattle numbers is almost zero.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 3 % of the animal numbers reported (standard deviation of a normal distribution).

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

In früheren Jahren wurden durch die Vorgehensweise bei der statistischen Erhebung nicht alle Tiere erfasst (siehe Dämmgen, 2005). Die Unsicherheit (Standardabweichung) lag in der Größenordnung von 5 %. Durch die zwischenzeitlich eingeführte Erfassung aller Rinder in der HIT-Datenbank tendiert der Fehler in den Rinder-Tierzahlen gegen Null.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 an eine einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 3 % der berichteten Tierzahl angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

4.8.1.2 *Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen*

The weight of a mature bull for reproduction is assumed to be 1000 kg an⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 350).

Das Gewicht eines Zuchtbullen wird mit konstant 1000 kg an⁻¹ angesetzt (KTBL, 2004, S. 350).

4.8.2 *Energy requirements / Energiebedarf*

The weight gain of a mature bull for reproduction is considered negligible. Thus, only the energy requirements for maintenance have to be taken into account, which are assumed to be constant on a daily base (100 MJ pl⁻¹ d⁻¹ ME for the animal weight of 1000 kg an⁻¹).

Das Wachstum eines Zuchtbullens wird als vernachlässigbar angesehen, womit lediglich der Energiebedarf für Erhaltung von Bedeutung ist, der im täglichen Mittel als konstant angesehen wird. Für das Tiergewicht von 1000 kg a⁻¹ wird er mit 100 MJ pl⁻¹ d⁻¹ ME angesetzt.

4.8.3 *Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme*

For the metabolisability, the IPCC default value 0.55 MJ MJ⁻¹ is used. This leads to a mean daily gross energy intake of $GE_{sc} = 181,8 \text{ MJ an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

As a default N excretion rate is used (see Chapter 4.8.7.1), there is no need to calculate feed intake.

Aus dem IPCC-default-Wert für die Umsetzbarkeit von 0,55 MJ MJ⁻¹ resultiert eine tägliche Gesamtenergie-Aufnahme von $GE_{sc} = 181,8 \text{ MJ an}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Da mit einem Standardwert für die N-Ausscheidung gerechnet wird (s. Kapitel 4.8.7.1), erübrigt sich die Berechnung der aufgenommenen Futtermenge.

4.8.4 *Methane from enteric fermentation /Methan aus der Verdauung*

According to Chapter 3.3.2.2, a methane conversion rate of 0.065 MJ MJ⁻¹ as suggested in IPCC(2006)-10.30 and GE_{sc} from Chapter 4.8.3 leads to the emission factor $EF_{CH_4, \text{ent, mm}} = 71.51 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Nach Kapitel 3.3.2.2 ergibt sich bei einer Methan-Umwandlungsrate von 0,065 MJ MJ⁻¹ (IPCC(2006)-10.30) und GE_{sc} aus Kapitel 4.8.3 ein Emissionsfaktor von $EF_{CH_4, \text{ent, mm}} = 71,51 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used for other cattle, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

Energy requirements are calculated using national data. Feed properties vary with time and region.

Constants are taken from IPCC 2006 as they are updated with respect to IPCC 1996 (see reasoning in IPCC 2006, pg. 10.30). The methane conversion rate for all other cattle apart from calves is 6.5 % and thus exceeds the one proposed in IPCC 1996.

The mean methane conversion factor proposed in IPCC 2006 exceeds that from IPCC 1996.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein Stufe-2-Verfahren wird für die übrigen Rinder angewendet. Es unterscheidet Kälber, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen.

Der Energiebedarf wird unter Verwendung nationaler Daten berechnet. Futtereigenschaften variieren je nach Zeit und Region.

Die Konstanten aus IPCC 2006 werden verwendet, da sie gegenüber IPCC 1996 aktualisiert wurden (zur Begründung siehe IPCC 2006, S. 10.30). Die für übrige Rinder angegebene Methan-Umwandlungsrate beträgt (außer bei Kälbern) 6,5 % und ist damit größer als die in IPCC 1996 angegebene.

Der mittlere Umwandlungsfaktor für übrige Rinder nach IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996 angegebene.

Uncertainty of the emission factor

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH_4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is considered the standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH_4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

4.8.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, see Chapter 3.4.3.3.

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.3.

4.8.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

From the calculation of emissions from enteric fermentation, a VS excretion of about 1324 kg pl⁻¹ a⁻¹ is deduced, if ash content is 0.08 kg kg⁻¹, as proposed in IPCC(2006)-10.42. For the digestibility see Chapter 4.8.3.

Aus den Berechnungen zu den Emissionen aus der Verdauung folgt eine Ausscheidung von etwa 1324 kg pl⁻¹ a⁻¹ VS, wenn man mit IPCC(2006)-10.42 für den Aschegehalt 0,08 kg kg⁻¹ annimmt. Zur Verdaulichkeit s. Kapitel 4.8.3.

4.8.5.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

4.8.5.3 Housing and storage types, grazing / Stall- und Lager-Typen, Weidegang

The calculation of emissions from bulls is based on the assumption that feed and management are uniform over Germany.

Die Daten für die Zuchtbullen-Haltung gehen von einheitlicher Fütterung und Haltung aus.

For the time being it is assumed that half of the population is kept in slurry based systems, the other half in straw based systems.

Vorläufig wird angenommen, dass jeweils die Hälfte der Tiere in Gülle- und in Festmistsystemen gehalten wird.

The frequency distribution of storage types is assumed to be the same as for other cattle. It is supplied by RAUMIS (see Chapter 4.3.6.4).

Die Häufigkeitsverteilung der Wirtschaftsdünger-Lagerung entspricht der der übrigen Rinder und wird von RAUMIS bereitgestellt (siehe Kapitel 4.3.6.4).

Grazing is not considered.

Weidegang wird nicht berücksichtigt.

4.8.5.4 Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren

The maximum methane producing capacity ($B_0 = 0.18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) and the conversion factors (MCF) for the respective manure storage system are taken from IPCC(2006)-10.78 and IPCC(2006)-10.44, respectively. (For liquid systems, the latter are temperature dependent.)

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität ($B_0 = 0,18 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.78 bzw. IPCC (2006)-10.44 entnommen (MCF für Gülle-Systeme temperaturabhängig).

The values to be used for other cattle are listed in Table 4.28.

Die für übrige Rinder zu verwendenden Größen sind in Table 4.28 zusammengestellt.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used, differentiating between calves, heifers, bulls (beef), suckler cows and mature males.

The German inventory differentiates between regional feeds, temperatures as well as housing and storage systems.

Energy and nutrient requirements are calculated using national data. Feed properties may vary with time and region.

The methodology used allows to derive VS and N excretion rates.

In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on both CH₄ and N₂O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH₃ emissions.

In addition, IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 equals that of IPCC 1996.

The methane conversion factor (MCF) for solid storage given by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

4.8.6 NMVOC Emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. All cattle types are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.10). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

4.8.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Für übrige Rinder wird ein Stufe-2-Verfahren angewendet, das Kälber, Färsen, Bullen (Mastbullen), Mutterkühe und Zuchtbullen unterscheidet.

Das deutsche Inventar berücksichtigt regional unterschiedliche Fütterungen, Temperaturen sowie Stall- und Lagersysteme.

Energie- und Nährstoffbedarf werden mit nationalen Daten ermittelt.

Das Verfahren erlaubt die Ableitung von VS- und N-Ausscheidungen.

Es ist wichtig, in dem verwendeten Massenfluss-Ansatz zwischen diesen Stall- und Lagerungsverfahren zu unterscheiden, da sie sich auf die CH₄- und N₂O-Emissionsfaktoren auswirken.

IPCC 2006 erlaubt hier eine differenziertere Beschreibung für beide Gase. Die Benutzung des Massenfluss-Verfahrens erlaubt auch eine konsistente Behandlung der NH₃-Emissionen.

Darüber hinaus ermöglicht IPCC 2006 die Verwendung temperaturabhängiger Methan-Umwandlungsfaktoren, während IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die maximale Methan-Bildungskapazität nach IPCC 2006 entspricht der in IPCC 1996.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist ist größer als der in IPCC 1996.

Der MCF für Weide ist dergleiche in IPCC 2006 und IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 3.4.4. Für alle Rinder werden die gleichen NMVOC-Emissionsfaktoren verwendet (Table 4.10). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von

N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lager-
typen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszei-
ten.

4.8.7.1 *N excretion and N input with straw / N-Ausscheidung und –Eintrag mit Stroh*

In accordance with KTBL (2006b), pg. 412, the nitrogen excretion is assumed to amount to $84 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$, 60 % of which is assumed to be TAN (according to Webb, 2001).

Mit KTBL (2006b), S. 412, wurden N-
Ausscheidungen von $84 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ angenommen.
Der TAN-Gehalt der N-Ausscheidungen wird mit 60
% angesetzt (Webb, 2001).

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.5.3. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berück-
sichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel
3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebun-
denes N angesehen, von dem 50 % während des La-
gers zu TAN mineralisieren.

The amount of straw is $5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (see Chapter 4.8.5.2) or $21,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ($10,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$, respectively).

Die Menge der Einstreu wird mit $5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$
Stroh angesetzt (s. Kapitel 4.8.5.2) bzw. $21,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (entsprechend $10,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$).

4.8.7.2 *Partial emission factors “housing and storage” / Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Lager“*

Emissions are calculated as for dairy cows (see Chapter 4.3.8.7.2). However, grazing is not considered.

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen be-
rechnet (vgl. Kapitel 4.3.8.7.2), wobei Weidegang
allerdings nicht vorgesehen ist.

By analogy to dairy cow husbandry (housing: tied systems), the following partial emission factors for housing are applied:

In Anlehnung an die Milchkuh-Haltung (Stall: An-
bindehaltung) werden die folgenden partiellen Emis-
sionsfaktoren für den Stall angesetzt:

Table 4.53: Cattle, mature males, partial emission factors used in the inventory

				<i>EF</i> (in $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$)	related to
housing	NH_3	slurry based	tied systems	0.066	TAN
	NH_3	straw based	tied systems	0.066	TAN

4.8.7.3 *Transformation processes during storage / Umwandlungsprozesse während der Lagerung*

Immobilisation of TAN and mineralisation of N_{org} are treated in the same way as for dairy cows (see Chapter 3.5.2.2.4).

Die Umwandlungsprozesse und –raten entspre-
chen den für Milchkühe beschriebenen (vgl. Kapitel
3.5.2.2.4).

4.8.7.4 *Partial emission factors for “storage” and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren für „Lager“ und „Ausbringung“*

Emissions are calculated as for dairy cows (see Chapter 4.3.8.7.2) or cattle in general (see Chapter 4.2.3).

Die Emissionen werden wie bei Milchkühen bzw.
bei Rindern allgemein berechnet (vgl. Kapitel
4.3.8.7.2 bzw. Kapitel 4.2.3).

4.8.7.5 *Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

According to EMEP (2007)-B1090-19, an uncertainty of 30 % for NH_3 is also valid for bulls.

Auch für Bullen gilt nach EMEP (2007)-B1090-19
eine NH_3 -Unsicherheit von 30 % hat.

As for dairy cattle, N₂O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

Für N₂O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

4.8.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

4.8.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 0.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 0 entnommen

4.8.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

With regard to particle emissions, mature males are treated as dairy cows. The emission factors used are listed in Table 4.54 (EMEP(2007) B1100).

Zuchtbullen werden hinsichtlich der Staub-Emissionen wie Milchkühe behandelt. Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 4.54 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

Table 4.54: Bulls (mature males), emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing (first estimates)

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2,5} Kg pl ⁻¹ a ⁻¹
bulls (mature males)	tied or litter	0.70	0.45
	cubicles (slurry)	0.36	0.23

Source: EMEP(2007)-B1100-5

4.8.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 4.55: Bulls (mature males), related tables in the Tables volume

			from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.06	
		CH ₄ manure management	EM1005.06	
		NM VOC	EM1005.37	
		NH ₃	EM1009.06	
		N ₂ O	EM1009.48	EM1009.50
		NO	EM1009.134	
		PM ₁₀	EM1010.06	
		PM _{2,5}	EM1010.26	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.06	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.06	
		CH ₄ manure management	IEF1005.06	
		NM VOC	IEF1005.35	
		NH ₃	IEF1009.06	
		N ₂ O	IEF1009.45	IEF1009.47
		NO	IEF1009.100	
		PM ₁₀	IEF1010.06	
		PM _{2,5}	IEF1010.24	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.92	AI1005CAT.107
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.16	EXCR.18

4.9 Aggregated data for cattle except dairy cows (other cattle) / Zusammenfassung: Rinder ohne Milchkühe (übrige Rinder)

“Other cattle” are a key source of methane from enteric fermentation (with respect to both level and trend), a key source of methane from manure management (amount) and a key source of ammonia (level) and NMVOC. Thus, a detailed description is asked for.

In this inventory, “other cattle” are disaggregated. Calves (Chapter 4.4), heifers (Chapter 4.5), bulls (male beef) (Chapter 4.6), suckler cows (Chapter 4.7) and bulls (mature males) (Chapter 4.8) are treated separately. Calves are dealt with using a Tier 1 approach. For heifers and beef bulls a Tier 3 method is applied. Suckler cows and mature bulls are described with a Tier 2 method. Thus, it seems justified to classify the overall treatment of other cattle with respect to methane and ammonia emissions as a Tier 3 methodology (see Table 4.56).

In this chapter, the data for the respective subcategories are summarised for reporting purposes. However, guidance documents do not provide explicit methods to derive mean properties. That is why the equations used are added in each case.

Rinder ohne Milchkühe („übrige Rinder“) sind eine Hauptquellgruppe für CH₄ aus der Verdauung (bzgl. Niveau und Trend), für CH₄ aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Niveau), für NH₃ (Niveau) und NMVOC. Eine detaillierte Beschreibung ist deshalb geboten.

In diesem Inventar werden die übrigen Rinder unterteilt in Kälber (Kapitel 4.4), Färsen (Kapitel 4.5), Mastbullen (Kapitel 4.6), Mutterkühe (Kapitel 4.7) und Zuchtbullen (Kapitel 4.8). Die Kälber werden nach einem Stufe-2-Verfahren beschrieben, Färsen und Mastbullen nach einem Stufe-3-Verfahren, Mutterkühe und Zuchtbullen nach Stufe-2-Verfahren. Es erscheint gerechtfertigt, die Behandlung der übrigen Rinder für die oben genannten Stoffe insgesamt als Stufe-3-Verfahren für Methan und Ammoniak anzugeben (siehe Table 4.56).

Nachfolgend werden die Daten dieser Unterkategorien für die Berichterstattung zusammengefasst. Da die Regelwerke keine expliziten Verfahren für die Berechnung mittlerer Eigenschaften aufweisen, werden die jeweils benutzten Gleichungen aufgeführt.

Table 4.56: Other cattle, calculation procedures applied

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

4.9.1 Activity and performance data / Aktivitäts- und Leistungsdaten

4.9.1.1 Cumulative animal numbers / Tierzahl-Summen

In some subcategories animal numbers differ from those of the official statistics. The overall number of other cattle is given by

Die Tierzahlen der Unterkategorien weichen teilweise von denen der amtlichen Statistik ab. Ihre Summe ist gegeben durch

$$\begin{aligned}
 n_{oc} &= n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm} \\
 &= n_A + n_B + n_C + n_D + n_E + n_F + n_G + n_H + n_I + n_J + n_K + n_L
 \end{aligned}
 \tag{4.91}$$

where

n_{oc}	number of other cattle places (in pl)
n_{ca}	number of calf places, as described in Chapter 4.4.1.1 (in pl)
n_{bf}	number of heifer places, as described in Chapter 4.5.1.1 (in pl)
n_{bm}	number of bull places (male beef cattle), as described in Chapter 4.6.1.1 (in pl)
n_{sc}	number of suckler cow places, as described in Chapter 4.7.1.1 (in pl)
n_{mm}	number of bull places (mature males), as described in Chapter 4.8.1.1 (in pl)
$n_A, \text{ etc.}$	number of cattle places subcategory A, etc., as described in Table 4.1 (in pl)

This is equivalent to calculating the overall number of other cattle from the number of all cattle by subtracting the number of dairy cattle.

Uncertainty of activity data

In previous years, the number of cattle was underestimated in principle, as the national census did not cover all farms (see Dämmgen, 2005). The uncertainty (standard deviation) was in the order of 5 %. Meanwhile all cattle are registered in the HIT data base. This means the uncertainty of cattle numbers is almost zero.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 3 % of the animal numbers reported (standard deviation of a normal distribution).

Dies entspricht der Summe aller Rinder abzüglich der Anzahl der Milchkühe.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

In früheren Jahren wurden durch die Vorgehensweise bei der statistischen Erhebung nicht alle Tiere erfasst (siehe Dämmgen, 2005). Die Unsicherheit (Standardabweichung) lag in der Größenordnung von 5 %. Durch die zwischenzeitlich eingeführte Erfassung aller Rinder in der HIT-Datenbank tendiert der Fehler in den Rinder-Tierzahlen gegen Null.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 an eine einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 3 % der berichteten Tierzahl angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

4.9.1.2 Calculation of mean animal weights / Berechnung mittlerer Tiergewichte

The mean animal weights of “other cattle“ are the weighted means of the mean weights of calves, heifers, female and male beef cattle, suckler cows and mature males (bulls). The mean weights of calves (69 kg an⁻¹), mature males (1000 kg an⁻¹) and suckler cows (650 kg an⁻¹) are constant, whereas the mean weight of beef cattle is the arithmetic mean of the final weight of calves (100 kg an⁻¹) and the respective slaughter weight.

Instead of census data, animal numbers as calculated in this inventory are used to derive the weighted means.

Die mittleren Gewichte der übrigen Rinder sind die gewichteten Mittel der Gewichte von Kälbern, Färsen, Mastbullen, Mutterkühen und Zuchtbullen. Die mittleren Gewichte von Kälbern (68 kg an⁻¹), Zuchtbullen (1000 kg an⁻¹) und Mutterkühen (650 kg an⁻¹) werden als konstant angesehen. Bei Färsen und Mastbullen wird das arithmetische Mittel zwischen Endgewicht der Kälber (100 kg an⁻¹) und Schlachtgewicht angesetzt.

Es werden nicht die Tierzahlen der Tierzählung, sondern die in diesem Inventar berechneten Tierzahlen verwendet.

$$w_{oc} = \frac{n_{ca} \cdot \frac{w_{start,ca} + w_{fin,ca}}{2} + n_{bf} \cdot \frac{w_{fin,ca} + w_{fin,bf}}{2} + n_{bm} \cdot \frac{w_{fin,ca} + w_{fin,bm}}{2} + n_{sc} \cdot w_{sc} + n_{mm} \cdot w_{mm}}{n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm}} \quad (4.92)$$

where

w_{oc}	mean animal weight in category other cattle (in kg an ⁻¹)
n_{ca} , etc.	number of calf places, etc. (in pl)
$w_{start,ca}$, etc.	weight at the beginning of the lifespan of a calf, etc. (in kg an ⁻¹)
$w_{fin,ca}$, etc.	weight at the end of the lifespan of a calf, etc. (in kg an ⁻¹)

4.9.1.3 Calculation of mean pregnancy rates / Berechnung mittlerer Trächtigkeitsraten

The calculation of mean pregnancy data considers adult female animals only. It was assumed that 30 % of the heifers younger than 2 a are pregnant, 100 % of all heifers older than 2 a and 90 % of the suckler cows (expert judgement Henning, FAL-TZ/FLI-TZ).

Die Berechnung der mittleren Trächtigkeit berücksichtigt nur erwachsene weibliche Tiere. Es wurde angenommen, dass 30 % der Färsen unter 2 a trächtig sind, alle Färsen älter als 2 a sowie 90 % der Mutterkühe (Expertenurteil Henning, FAL-TZ/FLI-TZ).

City States were not considered for the calculation of the mean.

Die Stadtstaaten wurden bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.

4.9.1.4 Calculation of mean digestibilities / Berechnung mittlerer Verdaulichkeiten

Mean digestibilities are the weighted means of the subcategories calculated as follows:

Die mittleren Verdaulichkeiten werden wie folgt als gewichtete Mittel berechnet:

$$X_{DE,oc} = \frac{n_{ca} \cdot X_{DE,ca} + n_{bf} \cdot X_{DE,bf} + n_{bm} \cdot X_{DE,bm} + n_{sc} \cdot X_{DE,sc} + n_{mm} \cdot X_{DE,mm}}{n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm}} \quad (4.93)$$

where

$X_{DE,oc}$	mean digestibility of feed for other cattle (in MJ MJ ⁻¹)
n_{ca} , etc.	number of calf places, etc. (in pl)
$X_{DE,ca}$, etc.	digestibility of calf feed (in MJ MJ ⁻¹)

4.9.2 Methan emissions from enteric fermentation / Methan-Emissionen aus der Verdauung

Mean emission factors are weighted means of the subcategories calculated as follows:

Die mittleren Emissionsfaktoren werden wie folgt als gewichtete Mittel berechnet:

$$EF_{CH_4,ent,oc} = \frac{n_{ca} \cdot EF_{CH_4,ent,ca} + n_{bf} \cdot EF_{CH_4,ent,bf} + n_{bm} \cdot EF_{CH_4,ent,bm} + n_{sc} \cdot EF_{CH_4,ent,sc} + n_{mm} \cdot EF_{CH_4,ent,mm}}{n_{ca} + n_{bf} + n_{bm} + n_{sc} + n_{mm}} \quad (4.94)$$

where

$EF_{CH_4,ent,oc}$	mean emission factor for methane from enteric fermentation from other cattle (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
n_{ca} , etc.	number of calf places, etc. (in pl)
$EF_{CH_4,ent,ca}$, etc.	mean emission factor for methane from enteric fermentation from calves (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)

4.9.3 Methane emissions from manure management systems / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

4.9.3.1 Mean implied emission factors for methane from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.2 Mean VS excretion rates / Mittlere VS-Ausscheidungen

Weighted means are obtained by analogy to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Die gewichtete Mittelung erfolgt in Analogie zum Verfahren in Kapitel 4.9.2.

4.9.3.3 Mean VS inputs with straw / Mittlere VS-Einträge durch Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

4.9.3.4 Mean methane conversion factors / Mittlere Methan-Umwandlungsfaktoren

With the exception of slurry based systems, the mean methane conversion factor for the manure management systems is constant in Germany, as the whole nation is situated in the cool region with mean annual temperatures below 15 °C. Lagoons do not occur. The mean methane conversion factor is formed from the MCFs for slurry with and without a natural crust and for storage below animal confinements.

Mit Ausnahme von Gülle ist der mittlere Methan-Umwandlungsfaktor für die unterschiedlichen Lagerertypen in Deutschland konstant, da im gesamten Gebiet die mittlere Jahrestemperaturen unter 15 °C liegt. Nicht abgedeckte Gülle-Lagunen kommen nicht vor. Die Mittelung erfasst daher die Lagerung im Tank mit natürlicher Schwimmdecke, ohne natürliche Schwimmdecke bzw. das Lager im Güllekeller:

$$MCF_{\text{liquid, mean}} = \frac{\sum_{i,j} (MCF_{\text{liquid}, i, j} \cdot MS_{\text{liquid}, i, j} \cdot VS_{\text{liquid}, i, j} \cdot n_j)}{\sum_{i,j} (MS_{\text{liquid}, i, j} \cdot VS_{\text{liquid}, i, j} \cdot n_j)} \quad (4.95)$$

where

$MCF_{\text{liquid, mean}}$	mean methane conversion factor for liquid systems (in kg kg ⁻¹)
$MCF_{\text{liquid}, i, j}$	methane conversion factor for a liquid system i and an animal subcategory j (in kg kg ⁻¹)
$MS_{\text{liquid}, i, j}$	frequency of a liquid system i and an animal subcategory j (in pl pl ⁻¹)
$VS_{\text{liquid}, i, j}$	share of VS excreted in a liquid system i for an animal subcategory j (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
n_j	number of animal places in a subcategory j (in pl)

4.9.3.5 Mean implied emission factors for NMVOC from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für NMVOC aus Wirtschaftsdünger-Management

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.6 Mean N excretion rates / Mittlere N-Ausscheidungen

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.7 Calculation of mean TAN contents / Berechnung mittlerer TAN-Gehalte

Mean TAN contents are calculated as follows:

Mittlere TAN-Gehalte werden für übrige Rinder wie folgt berechnet:

$$x_{\text{urine, oc, mean}} = \frac{\sum_{i,j} (m_{\text{excreted}, i, j} \cdot x_{\text{urine}, i, j} \cdot n_{i, j})}{\sum_{i,j} (m_{\text{excreted}, i, j} \cdot n_{i, j})} \quad (4.96)$$

where

$x_{\text{urine, oc, mean}}$	mean TAN content of excretions of other cattle (in kg kg ⁻¹)
$m_{\text{excreted}, i}$	amount of N excreted by cattle subcategory i in region j (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{\text{urine}, i, j}$	TAN content of excreta of subcategory i in region j (in kg kg ⁻¹)
$n_{i, j}$	number of animal places of subcategory i in region j (in pl)

4.9.3.8 *Mean implied emission factors for ammonia from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Ammoniak aus Wirtschaftsdünger-Management*

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.3.9 *Mean implied emission factors for particulate matter from manure management / Mittlere resultierende Emissionsfaktoren für Stäube aus Wirtschaftsdünger-Management*

The calculation procedure to assess the mean implied emission factors is analogous to the procedure described in Chapter 4.9.2.

Das in Kapitel 4.9.2 beschriebene Rechenverfahren zur Ableitung mittlerer Emissionsfaktoren wird hier sinngemäß angewandt.

4.9.4 *Intercomparison of implied emission factors and emission explaining variables with those in neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren und emissionserklärenden Variablen mit denen benachbarter Staaten*

In the following chapter, a comparison is made of implied emission factors between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

Zum Vergleich der resultierenden Emissionsfaktoren solcher Staaten, deren landwirtschaftliche Praxis der deutschen ähnlich ist, werden die deutschen Werte dieses Inventars den letzten veröffentlichten Daten gegenübergestellt.

4.9.4.1 *Mean implied emission factors for methane from enteric fermentation and mean performance data / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan aus der Verdauung und mittlere Leistungsdaten*

Table 4.57: Other cattle, intercomparison of implied emission factors
(Germany: submission 2009, other countries: 2009)

	<i>IEF</i> _{CH₄, ent, oc} in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄	mean animal weight in kg an ⁻¹	pregnancy in %	digestibility in %
Austria	55.95	426.27	16.55	72.35
Belgium	45.81	814.38		
Czech Republic	50.39			60.00
Denmark	40.30	325.00		71.00
Germany	44.50	288.6	59.2 *	72.4
France	48.61			
Netherlands	36.64 ¹			
Poland	47.92	315.72		65.43
Switzerland	34.48 ¹			
United Kingdom	42.95			
IPCC 2006 default IEF (Table 10.11, Western Europe)	57			

Source: UNFCCC 2009, Table 4.A

* The German pregnancy figure considers adult female animals only, see Chapter 4.9.1.3.

¹ calculated from original data supplied

The German IEF is close to the mean reported by the other nations. It is considerably lower than that given in IPCC(2006)-10.29.

Der deutsche IEF liegt im Mittelfeld und unterschreitet den default-Wert für West Europa (IPCC(2006)-10.29) deutlich.

4.9.4.2 Mean implied emission factors for methane and NMVOC from manure management and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Methan und NMVOC aus dem Wirtschaftsdünger-Management und emissionserklärende Variablen

Table 4.58: Other cattle, intercomparison of implied CH₄ emission factors for manure management (Germany: submission 2010, other countries: 2009)

	$IEF_{CH_4, MM, oc}$ in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄	VS excreted in kg an ⁻¹ d ⁻¹ VS	Frequency of liquid systems in %	MCF for liquid systems in %	$IEF_{NMVOC, oc}$ in kg an ⁻¹ a ⁻¹ NMVOC
Austria	7.36	1.95	23.76	39	
Belgium	2.63		15.40	19	
Czech Republic	6.00				
Denmark	1.72	1.60	30.81	10	
Germany	5.62	1.42	64.71	13.3	7.55
France	20.20	2.70	37.05	45 / 72	
Netherlands	6.24 ¹				
Poland	4.81	2.10	11.89	39	
Switzerland	3.02 ¹				
United Kingdom	4.18	2.65 ²	6.0 ²		
IPCC default (IPCC(2006)-10.78, Western Europe, cool region	6 to 8	2.6	25.2	17 to 25	

Source: UNFCCC 2009, Table 4.B(a)
¹ calculated from original data supplied
² Source: UNFCCC 2008, Table 4.B(a)

The implied emission factor (*IEF*) for calves, heifers, bulls, suckler cows and mature males is located in the middle of the range given in Table 4.58.

France cannot serve for comparison as it reports for both temperate and warm regions.

However, the considerable scatter cannot be explained with the data provided.

The methane conversion factors used by Austria and Poland are the default values provided by IPCC (2006). Denmark uses the default factor in IPCC (1996).

No other countries have yet reported NMVOC emissions from other cattle. Thus, there is no comparison possible.

Der resultierende Emissionsfaktor (*IEF*) für Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe und Zuchtbullen liegt im Mittelfeld der Tabelle (Table 4.58). Frankreich ist nicht direkt vergleichbar, da es für gemäßigte und warme Regionen berichtet.

Die erhebliche Streuung insgesamt entzieht sich einer einfachen Deutung.

Auffällig ist, dass Österreich und Polen default-Methan-Umwandlungsfaktoren nach IPCC (2000) verwenden, Dänemark die default-Rate von 1996.

Da bisher andere Staaten keine NMVOC-Emissionen aus der Haltung der übrigen Rinder berichten, ist kein Vergleich möglich.

4.9.4.3 Mean implied emission factors for ammonia and emission explaining variables / Mittlere effektive Emissionsfaktoren für Ammoniak und emissionserklärende Variablen

Table 4.59 illustrates that the N excretions for Germany and this animal category are in the lower part of the range for Central Europe. The IPCC default excretion rate of 70 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (IPCC(1996)-3-4.99) appears to be unrealistic. At present, it is only used by the Czech Republic.

Table 4.59 verdeutlicht, dass die mittleren N-Ausscheidungen dieser Tierkategorie für Deutschland im unteren Bereich der in Mitteleuropa üblichen Werte liegen. Der IPCC-Default-Wert von 70 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (IPCC(1996)-3-4.99) erscheint unrealistisch. Er wird nur von der tschechischen Republik verwendet.

Table 4.59: Other cattle, intercomparison of N excretion rates $m_{\text{excr. oc}}$ and NH_3 emission factors
(Germany: submission 2009, other countries: 2009)

	$m_{\text{excr. oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$	n_{oc} in 1000 pl	$E_{\text{NH}_3, \text{oc}}$ in $\text{Gg a}^{-1} \text{NH}_3$	$IEF_{\text{NH}_3, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{NH}_3$
Austria	45.87	1475.7	22.5 ²	15.3
Belgium		2135.6	14.5	6.8
Czech Republic	70.00	827.0	9.0	10.9
Denmark	44.93	1020.8	6.1	6.0
Germany	40.78	8799.2	95.9	11.0
France	57.25	16002.8	235.5	14.7
Netherlands		2349.6	19.8	8.4
Poland	50.00	2909.0	42.5	14.6
Switzerland	30.44 ¹	957.0	13.7	14.3
United Kingdom	48.85	8228.7	62.7	7.6

Source: UNFCCC (2009), Table 4.B(b); EMEP (2009)

¹ reported for young cattle, obviously including mature non-dairy cattle² reported in submission 2008

4.9.4.4 Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere effective Emissionsfaktoren für Staub

Table 4.60 illustrates the influence of the shares of straw-based and slurry-based systems which differ from country to country.

In Table 4.60 kommen von Land zu Land unterschiedliche Anteile stroh- und güllebasierter Systeme zum Ausdruck.

Table 4.60: Other cattle, intercomparison of PM emission factors
(Germany: submission 2009, other countries: 2009)

	$IEF_{\text{PM}_{10}, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{PM}_{10}$	$IEF_{\text{PM}_{2.5}, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{PM}_{2.5}$	$IEF_{\text{TSP}, \text{oc}}$ in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{TSP}^*$
Austria			
Belgium	0.27	0.13	1.32
Czech Republic			
Denmark	0.20	0.13	0.44
Germany	0.22	0.14	
France	0.09	0.03	0.23
Netherlands			
Poland	0.40	0.01	0.89
Switzerland	0.13	0.02	
United Kingdom			

Source: EMEP (2009), calculated from original data supplied

* Total suspended particulate matter (TSP) refers to the entire range of ambient air matter that can be collected, from the sub-micron level up to 100 μm in d (EMEP(2007)-B1010-9).

4.9.5 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Reference to information provided in the Tables volume is given subsequently in Table 4.61.

Hinweise auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden Table 4.61.

Table 4.61: Other cattle, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.07	
		CH ₄ manure management	EM1005.07	
		NMVOG	EM1005.38	
		NH ₃	EM1009.07	
		N ₂ O	EM1009.51	EM1009.53
		NO	EM1009.135	
		PM ₁₀	EM1010.07	
		PM _{2,5}	EM1010.27	
Activity data	Aktivitäten	AC1005.07		
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.07	
		CH ₄ manure management	IEF1005.07	
		NMVOG	IEF1005.36	
		NH ₃	IEF1009.07	
		N ₂ O	IEF1009.48	IEF1009.50
		NO	IEF1009.101	
		PM ₁₀	IEF1010.07	
		PM _{2,5}	IEF1010.25	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.108	AI1005CAT.127
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.19	EXCR.21

5 Pigs / Schweine

5.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

In the German census data pigs are categorised according to their sex, weight, destination and age.

For this inventory, subcategories were formed that are homogeneous with respect to housing and feeding.

Table 5.1 compares the categories used in the animal census and in this inventory. The latter are described in the subsequent chapters, including the variable animal weights.

Piglets do not form a separate category. They are accounted for within the calculations of energy and feed requirements of the sows.

Die deutsche Tierzählung unterscheidet Schweine nach Geschlecht, Gewicht, Bestimmung und Alter.

Für die Berechnungen des Inventars werden hieraus hinsichtlich ihrer Haltung und Ernährung homogene Unterkategorien gebildet.

Table 5.1 vergleicht die Kategorien der Tierzählung und des Inventars. Letztere werden in den nachfolgenden Kapiteln behandelt, einschließlich der variablen Tiergewichte.

Saugferkel werden bei den Berechnungen zum Energie- und Futterbedarf der Kategorie „Sauen“ mit berücksichtigt.

Table 5.1: Pigs, categorisation and characterisation

Animal category according to German census			Animal categories used in this inventory			
type	descriptor		type	category	weight 1	weight 2
M	Ferkel unter 20 kg	piglets		sucking piglets	1.5 kg an ⁻¹	8.5 kg an ⁻¹
N	Jungschweine bis unter 50 kg Lebendgewicht	young pigs lighter than 50 kg live weight	we	weaners	8.5 kg an ⁻¹	w _{fin, we}
O	Mastschweine 50 bis 80 kg	fattening pigs 50 to 80 kg				
P	Mastschweine 80 bis 110 kg	fattening pigs 80 to 110 kg	fp	fattening pigs	w _{fin, we}	w _{fin, fp}
Q	Mastschweine 110 kg und mehr	fattening pigs heavier than 110 kg				
R	Jungsauen trächtig	young sows gestating				
S	Andere Sauen trächtig	other sows gestating				
T	Jungsauen nicht trächtig	young sows not gestating	so	sows		
U	Andere Sauen nicht trächtig	other sows not gestating				
V	Eber zur Zucht	boars	bo	boars		

weight 1: weight at the beginning of the respective period, weight 2: weight at the end of the respective period; w: variable weight; fin: final

5.2 Emission factors used for all pig subcategories / Für alle Schweine-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren

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

Calculations for bedded housing systems are based on the data in Chapter 3.5.3.

Bei Berechnungen für eingestreute Haltungssysteme wird Stroh wie in Kapitel 3.5.3 behandelt.

5.2.2 Emission factors for storage / Emissionsfaktoren für die Lagerung

Partial emission factors “storage” for the N species to be considered are listed in Table 5.2 and Table 5.3. They are valid for all subcategories of pigs.

By Döhler et al. (2002), the reference value of 0.15 kg kg⁻¹ N in Table 5.2 was related to total N.

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“ für die betrachteten N-Spezies und alle Schweine-Kategorien sind in Table 5.2 und Table 5.3 angegeben.

Der Referenzwert von 0,15 kg kg⁻¹ N in Table 5.2 wurde bei Döhler et al (2002) auf das gesamte N

However, according to EAGER¹⁴ expert judgement it has to be related to TAN (cf. Reidy et al., 2008, Table 6). Dämmgen et al. (2010b) recalculated the emission factors and related them to TAN.

N₂O emission factors are used as provided by IPCC(2006)-10.62ff. As with emissions from soils it was assumed that the NO emission factor $EF_{\text{storage, NO}}$ is one tenth of that of N₂O emissions $EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}$ and that N₂ emissions are approximately 3fold (Jarvis and Pain, 1994; see also Chapter 3.5.2.2.3). These emission factors are related to the sum of nitrogen excreted and N input with bedding material.

bezogen. Nach EAGER¹⁴-Expertenurteil ist dagegen TAN als Bezug zu wählen (vgl. Reidy et al., 2008, Table 6). Dämmgen et al. (2010b) berechneten die Emissionsfaktoren neu und bezogen sie auf TAN.

Die Emissionsfaktoren für N₂O sind IPCC(2006)-10.62ff entnommen. Wie bei den Emissionen aus Böden wurde angenommen, dass der NO-Emissionsfaktor $EF_{\text{storage, NO}}$ gleich einem Zehntel des N₂O-Emissionsfaktors $EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}$ ist, und dass etwa das Dreifache an N₂ freigesetzt wird (Jarvis und Pain, 1994; siehe auch Kapitel 3.5.2.2.3). Diese Emissionsfaktoren beziehen sich auf die Summe aus ausgeschiedenem und durch Einstreu eingebrachtem N.

Table 5.2: Pigs, partial emission factors for NH₃ losses from storage (related to TAN)

untreated slurry	open tank		<i>reference</i> ^a	0.15	kg kg ⁻¹ N
	solid cover	(incl. tent structures)		90	%
	natural crust		<i>reduction</i>	30	%
	floating cover	chaff	<i>compared</i>	80	%
	floating cover	granules	<i>with</i>	85	%
	floating cover	plastic film	<i>reference</i> ^b	85	%
	underneath slatted floor			0.10 ^c	kg kg ⁻¹ N
leachate	solid cover			0.031 ^c	kg kg ⁻¹ N
solid manure	Heap			0.60 ^c	kg kg ⁻¹ N

^a Source: see text
^b Source: Döhler et al. (2002), Table 3.14
^c Source: Dämmgen et al. (2010b)

Table 5.3: Pigs, partial emission factors for losses of N₂O, NO, and N₂ from storage (related to N_{excr} + N_{straw})

N ₂ O emissions	Slurry without crust	0.000	kg kg ⁻¹ N
	Slurry with crust	0.005	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.002	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.005	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding without mixing	0.010	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	Slurry without crust	0.0000	kg kg ⁻¹ N
	Slurry with crust	0.0005	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.0002	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.0005	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding without mixing	0.0010	kg kg ⁻¹ N
N ₂ emissions	slurry without crust	0.000	kg kg ⁻¹ N
	slurry with crust	0.015	kg kg ⁻¹ N
	underneath slatted floor	0.006	kg kg ⁻¹ N
	solid storage	0.015	kg kg ⁻¹ N
	deep bedding without mixing	0.030	kg kg ⁻¹ N

Source: IPCC(2006)-10.62 ff; Jarvis and Pain (1994); for details see text.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

In most cases, the German inventory makes use of a detailed methodology to derive VS and N excretion rates. In the mass flow approach used in any case it is important to differentiate between the various housing and storage systems, as these have an effect on CH₄,

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

In den meisten Fällen berechnet das deutsche Inventar VS- und N-Ausscheidungen mit einer detaillierten Methode. Im Massenfluss-Verfahren, das in jedem Fall benutzt wird, ist es wichtig, zwischen den einzelnen Stall- und Lagersystemen zu unterscheiden, weil

¹⁴ EAGER – European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.

NM VOC, NH₃, N₂, NO and N₂O emissions.

However, the application of both NH₃ and N₂O emission factors designed for non-mass flow calculations and based on the knowledge available in 1996 to a mass flow system lead to the problem that in many cases total emissions exceed the size of the TAN pools.

When the mass flow methodology was established, partial emission factors for all N-species reflecting the state of knowledge were compiled.

For N₂O, IPCC 2006 partial emission factors were taken into account, as they can be assigned to the storage systems used in Germany (see also Amon et al., 2001).

The mean N₂O emission factor is strongly depending on the emission factor chosen for solid storage. Here, the IPCC 1996 factor unduly extrapolates from the dry lot storage systems (0.02 kg kg⁻¹ N₂O) to straw based systems used in Germany, see comment in IPCC 2006, Table 10.21 ("Judgement of IPCC Expert Group in combination with Amon et al. (2001), which shows emissions ranging from 0.0027 to 0.01 kg N₂O-N (kg N)⁻¹.")

To illustrate the effect of the differentiation in a high or low emission factor for solid storage, exemplary calculations were performed for pigs assuming a share of 0 % of natural crusts (which reflects the average situation in Germany):

pigs: mean N₂O emission factor using IPCC 2006
 1990: 0.0028 kg kg⁻¹ N₂O
 2008: 0.0024 kg kg⁻¹ N₂O

pigs: mean N₂O emission factor using IPCC 1996 with $EF_{\text{solid}} = 0.005 \text{ kg kg}^{-1}$
 1990: 0.0016 kg kg⁻¹ N₂O
 2008: 0.0015 kg kg⁻¹ N₂O

Application of the IPCC 1996 methodology modified as described above (using $EF_{\text{solid}} = 0.005 \text{ kg kg}^{-1}$ N₂O-N) yields lower N₂O emissions than the German methodology.

EMEP (2007)-B1090-19 gives an uncertainty of 30 % for NH₃ without referring to any details. A normal distribution is assumed.

IPCC(2006)-10.67 provide an overview on N losses from manure management systems. The ranges listed there may well serve as a means to assess uncertainties for N₂O emission factors. For dairy cattle we assume an uncertainty of about 30 %.

Both NO and N₂ emission factors are derived from N₂O emission factors. The use of constant ratios results in additional uncertainties. Thus, we estimate the uncertainty of NO and N₂ emission factors to be in the order of magnitude of 50 %.

sich beide auf die CH₄-, NM VOC-, NH₃-, N₂-, NO- und N₂O-Emissionen auswirken.

Dabei führt die Anwendung von Emissionsfaktoren für NH₃ und N₂O, die auf der Basis des Wissens von 1996 und nicht für Massenfluss-Berechnungen entwickelt worden waren, in etlichen Fällen dazu, dass die Summe der Emissionen die verfügbaren TAN-Vorräte überschreitet.

Mit der Entwicklung der Massenfluss-Methode wurden deshalb die Emissionsfaktoren für alle N-Spezies aktualisiert. Für N₂O wurden hierbei die partiellen Emissionsfaktoren aus IPCC 2006 in betracht gezogen, da sie die in Deutschland gebräuchlichen Lagertypen beschreiben (siehe auch Amon et al., 2001).

Die mittleren Emissionsfaktoren für N₂O sind stark von dem Emissionsfaktor für Festmist-Lagerung abhängig. Hier extrapoliert IPCC 1996 unangemessen von der Situation für die dry-lot-Systeme (0,02 kg kg⁻¹ N₂O) auf die in deutschland üblichen Systeme mit Stroh-Einstreu (siehe auch Kommentar der IPCC Expert Group in Verbindung mit Amon et al., 2001, die Emissionsfaktoren von 0,027 bis 0,01 kg kg⁻¹ N₂O-N (kg N)⁻¹ angeben).

Zur Veranschaulichung des Effekts eines hohen bzw. niedrigen Emissionsfaktors für Festmist wurden Beispielrechnungen für Schweine durchgeführt. Hierbei beträgt der Anteil der Systeme mit Schwimmdecke 0 % entsprechend der mittleren Häufigkeit in Deutschland:

Schweine: mittlerer N₂O-Emissionsfaktor gemäß IPCC 2006
 1990: 0,0028 kg kg⁻¹ N₂O
 2008: 0,0024 kg kg⁻¹ N₂O

Schweine: mittlerer N₂O-Emissionsfaktor gemäß IPCC 1996 with $EF_{\text{solid}} = 0,005 \text{ kg kg}^{-1}$
 1990: 0,0016 kg kg⁻¹ N₂O
 2008: 0,0015 kg kg⁻¹ N₂O

Die Anwendung der modifizierten IPCC-1996-Methode (mit $EF_{\text{solid}} = 0005 \text{ kg kg}^{-1}$ N₂O-N) führt zu geringeren N₂O-Emissionen als den mit der deutschen Methode berechneten.

EMEP (2007)-B1090-19 gibt für NH₃ ohne weitere Einzelheiten eine Unsicherheit von 30 % an. Eine Normalverteilung wird angenommen.

IPCC(2006)-10.67 gibt eine Übersicht über N-Verluste aus Wirtschaftdüngerlagern. Die dort angegebenen Daten werden als Maß für die Unsicherheit auch der N₂O-Emissionsfaktoren verwendet. Demnach ist für Milchkühe mit einer Unsicherheit von 30 % zu rechnen.

Die NO- und N₂-Emissionsfaktoren leiten sich von den N₂O-Faktoren ab. Diese Ableitung beinhaltet weitere Unsicherheiten. Für diese Stoffe wird deshalb mit einer Unsicherheit von etwa 50 % gerechnet.

For these three species we also assume a normal distribution.

Die Verteilung wird in allen drei Fällen als normal angenommen.

5.2.3 Emission factors for spreading / Emissionsfaktoren für die Ausbringung

All types of spreading of slurry and manure applied at present and already known but not yet applied new techniques are considered in the spread sheet.

NH₃ emission factors for Germany were derived from experimental data according to Döhler et al. (2002), and relate to a mean temperature of 15 °C. They are listed in Table 5.4 to Table 5.7 for those cases for which Germany can provide activity data.

The emission factors for leachate from pig production (“Jauche”) (broadcasting) are 20 % for arable land and 30 % for grassland.

Leachate is assumed to be broadcast in equal quantities on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate to TAN.

Die Rechenmappen umfassen alle Arten der Ausbringung sowie bekannte, aber noch nicht umgesetzte neue Varianten.

Die NH₃-Emissionsfaktoren für Deutschland sind aus Döhler et al. (2002) entnommen. Sie beziehen sich auf eine mittlere Temperatur von 15 °C.

Aufgeführt sind in Table 5.4 bis Table 5.7 nur die Faktoren, für die auch Aktivitätsdaten vorliegen.

Als Emissionsfaktoren für Jauche aus der Schweine-Haltung (Ausbringung mit Breitverteiler) werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die Jauche wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung beziehen sich auf TAN.

Table 5.4: Pigs, partial NH₃ emission factors for losses from application of pig slurry to arable land (related to TAN)

broad cast	without incorporation	reference	0.25	kg kg ⁻¹ N
broad cast	incorporation within 1 h		84	%
broad cast	incorporation within 4 h		64	%
broad cast	incorporation within 6 h		56	%
broad cast	incorporation within 12 h		36	%
broad cast	incorporation within 24 h		16	%
broad cast	incorporation within 48 h		0	%
broad cast	short vegetation		0	%
trailing hose	bare soil without incorporation	<i>reduction</i>	30	%
trailing hose	incorporation within 1 h	<i>compared</i>	92	%
trailing hose	incorporation within 4 h	<i>with reference</i>	76	%
trailing hose	incorporation within 6 h		68	%
trailing hose	incorporation within 12 h		56	%
trailing hose	incorporation within 24 h		44	%
trailing hose	incorporation within 48 h		32	%
trailing hose	short vegetation		0	%
trailing hose	vegetation > 0.3 m		50	%
trailing shoe			60	%

Source: Döhler et al. (2002), Table 3.19

Table 5.5: Pigs, partial NH₃ emission factors for losses from application of slurry to grassland (related to TAN)

broad cast	short grass	reference	0.30	kg kg ⁻¹ N
trailing hose	short grass		30	%
trailing hose	vegetation > 0.3 m	<i>reduction</i>	50	%
trailing shoe		<i>compared</i>	60	%
open slot		<i>with reference</i>	80	%

Source: Döhler et al. (2002), Table 3.19

Table 5.6: Pigs, partial NH₃ emission factors for losses from application of *leachate* ("Jauche") to arable land or grassland (related to TAN)

broad cast	without incorporation	reference	0.20	kg kg ⁻¹ N
broad cast	incorporation within 1 h	reduction	90	%
broad cast	incorporation within 4 h	compared	65	%
broad cast	incorporation within 24 h	with reference	10	%
broad cast	incorporation within 48 h		5	%

Source: Döhler et al. (2002), Table 3.20

Table 5.7: Pigs, partial NH₃ emission factors for losses from application of *manure* (FYM) to arable land or grassland (related to TAN)

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

Source: Döhler et al. (2002), Table 3.24

Uncertainty of emission factors

Special uncertainties for NH₃ emissions from pig husbandry are not given in EMEP (2007)-B1090-19. Thus the general uncertainty of about 30 % is likely. For the oxidised species, the order of magnitude is likely to be correct.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unsicherheiten für Schweine und NH₃ werden in EMEP (2007)-B1090-19 nicht gesondert betrachtet. Es gilt die „normale“ Unsicherheit von 30 %. Für die oxidierten Spezies dürfte die Größenordnung richtig sein.

5.2.4 *Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

Die Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 15.3 bis 15.5 beschrieben.

5.2.5 *NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen*

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions, cf. Chapter 3.4.4. All pigs are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 5.8). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet, s. Kapitel 3.4.4. Alle Schweine weisen die gleichen Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} auf (Table 5.8). Mit Hilfe der Molmassen folgen daraus NMVOC-C und NMVOC-S.

Table 5.8: Pigs, emission factors relating NMVOC emissions to NH₃ emissions for pigs

Species	$EF_{\text{NMVOC, pigs}}$ in kg kg^{-1}
dimethyl sulfide	$2.8 \cdot 10^{-1}$
dimethyl disulfide	0
dimethyl trisulfide	0
acetone	0
acetic acid	$3.0 \cdot 10^{-1}$
propanoic acid	$1.3 \cdot 10^{-2}$
2-methyl propanoic acid	$8.2 \cdot 10^{-3}$
butanoic acid	$1.2 \cdot 10^{-1}$
2-methyl butanoic acid	$1.4 \cdot 10^{-2}$
3-methyl butanoic acid	$1.3 \cdot 10^{-2}$
pentanoic acid	$3.0 \cdot 10^{-3}$
phenol	$3.7 \cdot 10^{-3}$
4-methyl phenol	$9.0 \cdot 10^{-2}$
3-ethyl phenol	$5.6 \cdot 10^{-3}$
indole	$3.7 \cdot 10^{-4}$
3-methyl indole	$3.7 \cdot 10^{-4}$

Source: Hobbs et al. (2004)

Uncertainty of emission factors

The uncertainty (standard deviation) of NMVOC emissions depends on both the uncertainty of the NH₃ emissions and the emission factor EF_{NMVOC} . The former is in the order of magnitude of 20 % (see Chapter 15.5), for the latter 30 to 50 % are assumed. Hence the overall uncertainty of NMVOC emissions is estimated to be about 50 %, interpreted as the interval (in percent of the mean) between the upper threshold of the 95 % confidence interval and the mean. As this value appears to be too high for a normal distribution, an asymmetric distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit (Standardabweichung) der NMVOC-Emissionen hängt von der Unsicherheit der NH₃-Emissionen und der der Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} ab. Erstere liegt in der Größenordnung von 20 % (s. Kapitel 15.5), für Letztere werden 30 bis 50 % angenommen. Damit liegt die Unsicherheit der NMVOC-Emissionen in der Größenordnung von 50 %, interpretiert als Intervall (in Prozent des Mittelwertes) zwischen oberere Grenze des 95 %- Konfidenzintervalles und Mittelwert. Es wird angenommen, dass es sich um eine asymmetrische Verteilung handelt.

5.3 Sows / Sauen

The category “sows” covers all subcategories of sows for breeding irrespective of their age and weight. The calculation of energy and feed requirements considers the number of suckler pigs.

Within UNECE reporting, sows formed a separate subcategory within NFR 4B8.

According to the key source analysis performed for the year 2007 (NIR 2009), pigs do not represent a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a key source. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

Thus, all pig subcategories (with the exception of boars) are treated as if they were key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.9.

Die Kategorie „Sauen“ umfasst alle Unterkategorien von Zuchtsauen unabhängig von ihrem Alter und Gewicht. Bei den Berechnungen zum Energie- und Futterbedarf werden die Saugferkel jeweils mit berücksichtigt.

Innerhalb der Berichterstattung nach UNECE bildeten Sauen eine eigene Unterkategorie innerhalb von NFR 4B8.

Nach der für 2007 durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse (NIR 2009) zählen Schweine nicht zu den Hauptquellkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte Ammoniak-, NMVOC- und PM₁₀-Emissionen aus Schweine-Wirtschaftsdünger als Hauptquellgruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Alle Schweine-Unterkategorien (mit Ausnahme der Zuchteber) werden deshalb so behandelt, als wären sie Hauptquellgruppen.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.9 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.9: Sows, calculation procedures applied to sows

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

5.3.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.3.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4). The overall number of sows used in the inventory is calculated as follows:

$$n_{so} = n_R + n_S + n_T + n_U \quad (5.1)$$

where

n_{so} number of sows considered
 n_R etc. animal numbers of type R (etc.) in the German census (see Table 5.1)

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4). Für das Inventar berechnet sich die Anzahl der Sauen gemäß:

For the number of the piglets raised per sow see Chapter 5.3.2.

Zur Anzahl der bei einer Sau zu berücksichtigen Saugferkel siehe Kapitel 5.3.2.

Uncertainty of activity data

A verification of animal numbers for pigs in the way described for cattle does not exist. However, it is logic to assume that the uncertainty does not differ from that given for cattle, i.e., few percents.

The change in marginal conditions of German reporting leads to a bias, which for pigs is in the order of magnitude of less than 5 % (cf. Dämmgen, 2005).

5.3.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

According to GfE (2006), p. 74, the mean weight of sows is between 140 kg an⁻¹ und 255 kg an⁻¹ depending on the number of pregnancy. This can be averaged to yield an overall mean of about 200 kg an⁻¹. Due to lack of better knowledge, this overall mean weight is used in this inventory as constant for the years from 1990 on.

In the inventory, animal weight gains are not considered for sows.

5.3.2 Energy requirements / Energiebedarf

Hitherto, the assessment of the inventory was based on energy requirements as described in GfE (1987) and KTBL (2006b) (cf. Dämmgen et al., 2009a). Energy requirements according to the current state of knowledge are provided in GfE (2006). To a large extent, the literature cited herein dates the period that is covered by the inventory. Hence it is assumed that the details provided in GfE (2006) are representative of the timeseries from 1990 onwards, if one neglects the effect of a potential variation of the mean weight of sows (that cannot be traced in the data sets available).

The transformation of the details provided in GfE (2006) for the purpose of this inventory is described in Haenel et al. (2010a).

First of all, daily requirements of metabolizable energy (ME) are governed by the respective requirements for maintenance (GfE, 2006, pg. 23):

$$ME_m = \eta_{m,sow} \cdot w_{unit} \cdot \left(\frac{w}{w_{unit}} \right)^{0.75} \quad (5.2)$$

where

ME_m	daily metabolisable energy required for maintenance (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{m,sow}$	specific metabolisable energy required for maintenance ($\eta_{m,sow} = 0.44$ MJ kg ⁻¹)
w	live weight (in kg an ⁻¹)
w_{unit}	unit weight ($w_{unit} = 1$ kg an ⁻¹)

Additional energy requirements for pregnant sows arise from the development of the conception prod-

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Eine Überprüfungsmöglichkeit der Tierzahlen wie bei den Rindern gibt es für Schweine nicht. Es wird jedoch angenommen, dass der Fehler in der gleichen Größenordnung, d.h. bei wenigen Prozent, liegt.

Der durch Änderung der Randbedingungen der Tierzählung entstandene systematische Fehler liegt bei Schweinen unter 5 % (vgl. Dämmgen, 2005).

Das mittlere Gewicht von Sauen beträgt nach GfE (2006), S. 74, in Abhängigkeit von der Nummer der Trächtigkeit zwischen 140 kg an⁻¹ und 255 kg an⁻¹, woraus sich ein Mittelwert von rund 200 kg an⁻¹ ableiten lässt. Mangels besserer Kenntnis wird im Inventar auch für die zurückliegenden Jahre ab 1990 ein Sauengewicht von 200 kg an⁻¹ verwendet.

Für das Inventar werden Gewichtszunahmen in diesem Lebensabschnitt nicht berücksichtigt.

Die Inventarerstellung stützte sich bislang (vgl. Dämmgen et al., 2009a) auf Energiebedarfsangaben aus GfE (1987), s. auch KTBL (2006 b), S. 519. Aktuelle Energiebedarfsangaben finden sich in GfE (2006), wobei die zugrunde liegende Literatur weitgehend aus demjenigen Zeitbereich stammt, über den im Inventar zu berichten ist. Es wird daher davon ausgegangen, dass die Angaben in GfE (2006) als repräsentativ für die Zeitreihen ab 1990 angesehen werden können, sofern der im Inventar mangels Daten nicht nachvollziehbare Einfluss einer Veränderung des mittleren Sauengewichtes vernachlässigt wird.

Die Bearbeitung der Vorgaben in GfE (2006) für die Verwendung im vorliegenden Inventar wird in Haenel et al. (2010a) beschrieben.

Der tägliche Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) wird zunächst durch den Erhaltungsbedarf bestimmt (GfE, 2006, S. 23):

Während der Trächtigkeit besteht ein zusätzlicher Energiebedarf für Konzeptionsprodukte, maternalen

ucts, the maternal weight gain and the compensation of weight losses during the previous pregnancy (GfE, 2006, pp. 34, 35 and 73). Energy requirements depend on the phase of pregnancy (in early or late gestation) and varies with the number of pregnancies (GfE, 2006, pg. 74). However, data describing the German situation in detail are not available. Therefore mean energy requirements are quantified according to GfE (2006), Table 4.13.

For this purpose the data set for constant live weight was considered, as the variation with time of sow weights during the life cycle cannot be accounted for in the inventory. GfE (2006), Table 4.13, does not allow to relate the energy requirements during gravidity to the number of piglets. However, the data set provided is related to a number of about 13 piglets per litter. At present this corresponds to the approximate upper limit of observed numbers of piglets per litter. Hence an underestimation of the resulting emissions can be excluded to the greatest possible extent.

Energy requirements add up to 31.50 MJ d⁻¹ (early gestation) and 38.75 MJ d⁻¹ (late gestation), respectively. These values are to be reduced by 0.11 MJ d⁻¹, to account for the mean weight difference between GfE (2006), Table 4.13, of 201.25 kg an⁻¹ and the mean weight used in this inventory of 200 kg an⁻¹ (see Table 5.10). This reduction can be deduced from the application of the ME_m equation given above and is accounted for by the w_{GfE} -related correction term in the subsequent equation for ME_{grav} . (Note that this correction term must not be used to account for live weight variations during life cycle. It only accounts for the difference between the life-cycle averaged sow weight given by GfE and the sow weight used in the inventory.)

$$ME_{grav} = ME_{grav, GfE, i} + \eta_{m, sow} \cdot \left[\left(\frac{w}{w_{unit}} \right)^{0.75} - \left(\frac{w_{GfE}}{w_{unit}} \right)^{0.75} \right] \quad (5.3)$$

where

$ME_{grav, i}$	daily metabolisable energy required during gravidity phase i (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
i	gravidity phase
$ME_{grav, GfE, i}$	daily metabolisable energy required during gravidity phase i, mean value from GfE (2006), Table 4.13, for zero loss of weight during gravidity ($ME_{grav, GfE, 1} = 31.50 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$, $ME_{grav, GfE, 2} = 38.75 \text{ MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$\eta_{m, sow}$	specific metabolisable energy required for maintenance ($\eta_{m, sow} = 0.44 \text{ MJ kg}^{-1}$)
w	live weight (in kg an ⁻¹)
w_{unit}	unit weight ($w_{unit} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)
w_{GfE}	mean weight in GfE (2006), Table 4.13, for zero loss of weight during gravidity ($w_{GfE} = 201.25 \text{ kg an}^{-1}$)

During lactation, energy requirements for the milk production have to be considered in addition to maintenance energy. GfE (2006), pg. 37, propose an amount of 5.5 MJ d⁻¹ piglet⁻¹. A transformation of body weight reduces the energy requirements to be met by feed. The same applies if milk is supplemented by a special piglet feed (GfE, 2006, pg. 38).

Massezuwachs und Ausgleich des Lebendmasseverlustes während der vorangegangenen Laktation (GfE, 2006, S. 34, 35 und 73). Der Energiebedarf ist dabei von der Trächtigkeitsphase (niedertragend, hochtragend) abhängig und variiert mit der Ordnungszahl der Trächtigkeit (GfE, 2006, S. 74). Flächendeckende Daten stehen dazu nicht zur Verfügung, weshalb anhand GfE (2006), Tabelle 4.13, der mittlere Energiebedarf berechnet wird.

Dies erfolgt für den Fall ohne Lebendmasseverlust, da zeitliche Veränderungen des Sauengewichtes während des Lebenszyklusses im Inventar nicht berücksichtigt werden können. Eine Abhängigkeit des Energiebedarfs während der Trächtigkeit von der Ferkelzahl kann aus GfE (2006), Tabelle 4.13 nicht abgeleitet werden. Die Daten gelten aber für einen Sauen-Energiebedarf bei rund 13 Ferkeln pro Wurf. Da diese Anzahl derzeit in etwa der Obergrenze pro Wurf entspricht, ist eine Unterschätzung der resultierenden Emissionen weitgehend ausgeschlossen.

Es ergibt sich ein Energiebedarf von 31,50 MJ d⁻¹ (niedertragend) bzw. 38,75 MJ d⁻¹ (hochtragend). Diese Werte sind, da das mittlere Sauengewicht nach GfE (2006), Tabelle 4.13, 201,25 kg an⁻¹ beträgt, um 0,11 MJ d⁻¹ zu erniedrigen (berechnet aus obiger Gleichung für ME_m), um dem im Inventar verwendeten mittleren Sauengewicht von 200 kg an⁻¹ zu entsprechen (s. Table 5.10). Dies äußert sich in der nachfolgenden ME_{grav} -Gleichung im w_{GfE} -abhängigen Korrekturterm. (Anmerkung: Dieser Korrekturterm ist nicht dazu geeignet, Gewichtsschwankungen während eines Lebenszyklusses zu berücksichtigen. Er steht nur für die Differenz zwischen dem Mittelwert der GfE-Sauengewichte und dem im Inventar verwendeten Sauengewicht.)

Während der Laktation besteht neben dem Bedarf an Erhaltungsenergie ein Energiebedarf für die Milchproduktion (5,5 MJ d⁻¹ Saugferkel⁻¹, GfE, 2006, S. 37). Eine Umsetzung von Körpermasse wirkt sich bedarfserniedrigend aus, ebenso wie eine mögliche Zufütterung von Ferkelergänzungsfutter (GfE, 2006, S. 38):

$$ME_{\text{lact}} = ME_{\text{m}} + \eta_{\text{milk}} \cdot n_{\text{piglets, birth}} - \Delta ME \quad (5.4)$$

where

ME_{lact}	daily metabolisable energy required during lactation (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{m}	daily metabolisable energy required for maintenance (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹), see above
η_{milk}	specific metabolisable energy required for milk production ($\eta_{\text{milk}} = 5.5 \text{ MJ piglet}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
$n_{\text{piglets, birth}}$	number of piglets raised per birth
ΔME	metabolisable energy provided by life weight mobilisation and special piglet feed (inventory assumption: $\Delta ME = 0$)

Although the measures that reduce energy requirements cannot be considered due to lack of data, the energy requirements for the period of lactation calculated in this inventory (see Table 5.10) coincide well with the recommendations by GfE (2006), Table 4.17.

The N excretion rates calculated in this inventory also agree well with the data provided in DLG (2005), pg. 41.

For the period between weaning and covering, GfE (2006), pg. 72, assume the same energy requirements as during late gestation (see also Table 5.10).

$$ME_{\text{wtc}} = ME_{\text{grav, 2}} \quad (5.5)$$

where

ME_{wtc}	daily metabolisable energy required during the phase “weaning to covering” (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
$ME_{\text{grav, 2}}$	daily metabolisable energy required during gravity phase 2 (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)

Table 5.10: Sows, energy requirements as used in the inventory
(Mean sow weight 200 kg an⁻¹. For further details see text.)

Period	Duration in d ¹	Number of piglets per sow per birth ²	Energy requirement ² MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME
gravity phase 1	84		31.39
gravity phase 2	30		38.64
lactating	25	8	67.40
		10	78.40
		12	89.40
weaning to covering	27		38.64
total	166		

¹ Source: GfE (1987)
² Source: GfE (2006)

The data in Table 5.10 indicate that the number of births per year n_{birth} is 2.2. This is in agreement with KTBL (2006, pg. 518), where for a range of 2.0 to 2.5 (good practice: 2.3) is given for n_{birth} .

The number of piglets raised per year varies with time and region. The information available on piglets raised per sow and year, $n_{\text{piglet, year}}$, is compiled in Table 5.11.

As data on weaning age or weight are not available, the values underlying Table 5.10 are assumed for this inventory (weaning age: 25 d, weaning weight: 8.5 kg an⁻¹).

Die bedarfsmindernden Effekte können im Inventar mangels Eingangsdaten nicht berücksichtigt werden. Dennoch decken die für die Laktationsphase berechneten Energiebedarfswerte (s. Table 5.10) einen weiten Bereich der in GfE (2006, S. 81, Tabelle 4.17) angegebenen Versorgungsempfehlung ab.

Auch die im Inventar für Sauen berechneten N-Ausscheidungen stimmen gut mit den Angaben in DLG (2005), S. 41, überein.

Während der Gützeit wird nach GfE (2006), S. 72, ein Energiebedarf unterstellt, der dem der Hochträchtigkeitsphase entspricht (s. auch Table 5.10):

Die Anzahl der Reproduktionszyklen pro Jahr, n_{birth} , ergibt sich aus Table 5.10 zu 2,2 und liegt damit im von KTBL (2006, S. 518) angegebenen Bereich von 2,0 bis 2,5 (gute Praxis: 2,3).

Die Zahl der pro Sau und Jahr aufgezogenen Ferkel variiert örtlich und zeitlich. Table 5.11 fasst die verfügbaren Informationen über die jährlich pro Sau aufgezogenen Saugferkel, $n_{\text{piglet, year}}$, zusammen.

Daten über das Absetzalter oder –gewicht sind nicht verfügbar. Es werden daher die der Table 5.10 zugrunde liegenden Daten angenommen (Absetzalter 25 Tage, Absetzgewicht 8,5 kg an⁻¹).

Table 5.11: Sows, number of piglets raised per year, $n_{\text{piglet, year}}$ (primary statistical information)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
BW									19.20	19.10	18.20	18.67	18.90	17.89		20.00	20.50	21.10		
BY	18.00	18.00	17.70	17.60	17.80	18.50	17.60	18.40	19.60	19.60	19.60	19.40	19.60	19.60		20.40	19.90	20.10		
BB									17.80	18.20	18.90	19.50	19.70	20.30	20.80	21.70	22.20	22.50	22.80	
HE	17.00	17.10	16.60	16.90	17.10	17.10	16.90	17.90	18.00	18.60	18.50		19.10	19.00	19.90	21.10	21.60	21.20		
MV									19.10	19.60	20.80	21.10	21.30					23.29	23.84	
NI	18.90	18.90	18.90	18.70	18.50	18.70	18.40	18.90	19.30	19.50	19.70		19.60	20.30	20.60	21.30	21.40	21.20		
NW	19.00	17.80	18.40	18.90	19.00	18.90	19.10	19.70	20.10	20.20	20.30	20.40	20.30	20.30	21.80	22.10		22.60		
RP	17.20	17.30	17.20	17.30	17.40	17.50	17.60	17.90	18.00	18.20	18.50		18.40	19.10	19.00					
SL	17.20	17.30	17.20	17.30	17.40	17.50	17.60	17.90	18.00	18.20	18.50		18.40	19.10	19.00					
SN				17.80	18.40	18.70	18.64	19.18	19.88	20.41	20.45	20.56	20.67	21.04	21.40	21.49	22.38	23.40	23.31	
ST									18.50	18.50	19.90	20.00	19.60	20.66	20.52	21.01	21.46	22.00	22.26	22.99
SH		18.80	18.60	18.40	18.70	19.00	18.80	19.30	19.70	19.80	20.10		20.30	20.70	21.60	22.60		23.20		
TH							18.30	19.00	20.10	20.45	21.23	20.43	21.25	20.78	21.66	22.19	22.72	23.28	23.94	
StSt																				
Germany		18.5	18.5				19.1	19.1				19.8	19.8							

Sources: ZDS, various years; HMULV (2005, 2006, 2007, 2008), LfL (2004e, 2006); LKV-ST (2005, 2006, 2007, 2008); LSZ (2007, 2008); MLUR (2002); MLUV-BB (2005, 2006, 2007); NMELF, various years; Segger (2005a); SMUL (2000, 2002, 2007, 2008); ThMLNU (2002, 2003, 2005, 2006, 2007)

Numbers of piglets per sow and year – data gap closure

Within a time series in Table 5.11, data gaps are closed by linear interpolation.

Missing data at the end of a time series is generated by adopting the latest value reported.

Data gaps at the beginning of a times series are closed as follows:

- New Bundesländer (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen and Thüringen): The number of piglets raised per sow and year in 1990 is assumed to be 17.0. In addition, a linear increase towards the earliest year of reporting is assumed (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).
- Schleswig Holstein: For 1990 the value given for 1991 is used.
- Baden-Württemberg: Going backwards from the first value reported (1998), the absolute annual differences given by the times series of Bavaria are applied.

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

Annual mean of the number of piglets per sow

In the inventory, the number of sucking piglets raised per sow and year (Table 5.11, including data gap closure) is used only when calculating the energy and feeding requirements of the sow.

In the following another piglet number is defined: the annual mean of the number of sucking piglets living with a sow (Haenel et al., 2010b). This mean sucking piglets population is to be interpreted as the

Anzahl der Saugferkel pro Sau und Jahr – Schließen der Datenlücken

Innerhalb einer Zeitreihe in Table 5.11 werden Datenlücken durch lineare Interpolation geschlossen.

Fehlende Werte am Ende einer Zahlenreihe werden durch Fortschreiben des letzten jeweils berichteten Wertes erzeugt.

Fehlende Werte zu Beginn einer Zeitreihe werden wie folgt generiert:

- Neue Bundesländer (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen): Die Ferkelzahl pro Sau und Jahr 1990 wird mit 17,0 angenommen. Ein linearer Anstieg von 1990 bis zum jeweils ersten berichteten Jahr ist nach Expertenschätzung realistisch (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstein).
- Schleswig Holstein: Für 1990 wird der Wert von 1991 eingesetzt.
- Baden-Württemberg: Vom ersten berichteten Wert an (1998) werden rückwärts schreitend die Beträge der Jahresdifferenzen aus der Zeitreihe von Bayern subtrahiert.

Bei den Stadtstaaten werden für Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Jahresmittel der Anzahl der Saugferkel pro Sau

Die Zahl der pro Sau pro Jahr aufgezogenen Saugferkel (Table 5.11, incl. Datenlückenschließung) wird im Inventar nur bei der Energie- und Futterbedarfsberechnung der Sau berücksichtigt.

Im Folgenden wird eine andere Saugferkelzahl eingeführt: die Zahl aller im Jahresmittel bei einer Sau anzutreffenden Saugferkel (Haenel et al., 2010b). Diese mittlere Saugferkel-Population wird als diejeni-

number of sucking piglets countable at a certain day of year. This number is a share of the piglet number counted in the German census and is used within the inventory only to properly derive the number of weaners and fattening pigs from the officially reported animal numbers (see Chapter 5.4.1.1 and 5.5.1.1). The definition is given by:

$$n_{sp}^* = n_{so} \cdot n_{piglet, year} \cdot \frac{\tau_{sp}}{\alpha} \tag{5.6}$$

where

- n_{sp}^* annually averaged population of sucking piglets (in piglet)
- n_{so} number of sows (an), see Chapter 5.3.1.1
- $n_{piglet, year}$ number of piglets raised per sow and year (in piglet sow⁻¹ a⁻¹), see Table 5.11
- τ_{sp} time span piglets spend with the sow ($\tau_{sp} = 25$ d, see Table 5.10)
- α time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a⁻¹)

For the data provided in Table 5.11, Figure 3.1 displays the mean sucking piglets population (n_{sp}^*) in relation to the officially reported piglets number (n_M).

ge Zahl an Saugferkeln interpretiert, die an einem festgelegten Stichtag ermittelt werden kann und damit in die Ferkelzählung der amtlichen Statistik eingeht. Die mittlere Saugferkel-Population wird im Inventar nur zur Ableitung der Aufzuchtferkel- und der Mastschweinezahl aus offiziellen Daten benötigt (s. Kapitel 5.4.1.1 und 5.5.1.1). Die Definition lautet wie folgt:

Figure 3.1 zeigt für die in Table 5.11 angegebenen Fälle die mittlere Saugferkelpopulation (n_{sp}^*) aufgetragen über der offiziell erhobenen Ferkelzahl (n_M).

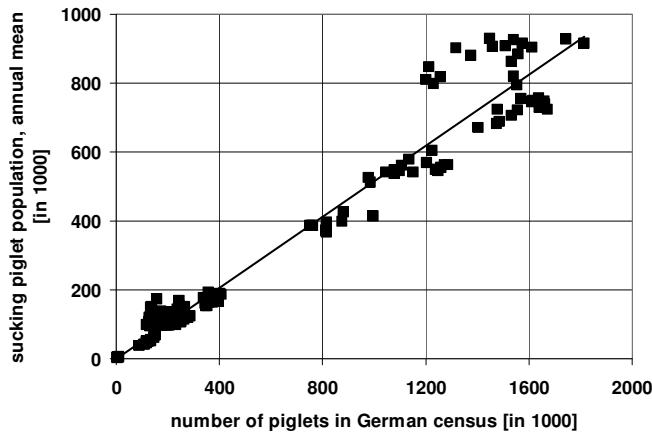


Figure 5.1: Sows, mean population of sucking piglets over piglets number in German census. Linear Regression: slope 0.515245, R² = 0.9564.

For the sake of simplicity, the inventory does not directly use n_{sp}^* to split up the official number of piglets n_M to derive the numbers of sucking piglets and weaners. Instead, a related entity (n_{sp}) is used which is based on the linear regression displayed in Figure 3.1 (Haenel et al., 2010b):

$$n_{sp} = c_{sp} \cdot n_M \tag{5.7}$$

where

- n_{sp} annual mean of piglets per sow as calculated from n_M (piglet sow⁻¹ a⁻¹)
- c_{sp} constant ($c_{sp} = 0.515245$ piglet piglet⁻¹)
- n_M number of piglets in German census, cf. Table 5.1

Der Einfachheit halber wird im Inventar die Aufspaltung der offiziellen Ferkelzahl n_M auf Saugferkel und Aufzuchtferkel nicht direkt mit Hilfe von n_{sp}^* vorgenommen, sondern mit einer eng verwandten Größe (n_{sp}), die auf der in Figure 3.1 dargestellten linearen Regression aufbaut (Haenel et al., 2010b):

5.3.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Sows are fed phase-dependent. Typical feed properties are listed in Table 5.12.

The feed composition in the New Länder in the years after the German unification did not differ in principle from that listed in Table 5.12 (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

The inventory provides the option of protein reduced feeding of sows. The respective data are adopted from the feeding of fattening pigs (see Chapter 5.5.3).

Sauen werden phasenabhängig gefüttert. Table 5.12 zeigt typische Futtereigenschaften.

In den neuen Bundesländern unterschied sich auch unmittelbar nach der Wende das Futter nicht von dem in Table 5.12 angegebenen (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

Das Inventar berücksichtigt für Sauen die Möglichkeit einer proteinreduzierten Fütterung. Die entsprechenden Daten werden von der Mastschweinefütterung übernommen (s. Kapitel 5.5.3).

Table 5.12: Sows, diets used in the inventory, and their properties

(X_{DE} : digestibility, X_{ME} : metabolisability, η_{ME} : content of metabolisable energy, x_N : N content of normal feed, $x_{N,red}$: N content of N reduced feed)

Feed type	phase	major components	X_{DE}^a in MJ MJ ⁻¹	X_{ME}^a in MJ MJ ⁻¹	η_{ME}^a MJ kg ⁻¹ ME	x_N^a in kg kg ⁻¹	$x_{N,red}^b$ in kg kg ⁻¹
sows A	weaning to covering (wtc), lactating (lact)	wheat bran, wheat, barley, triticale, peas, soybean meal	0.8295	0.7962	13.0	0.0283	0.0269
sows B	gravity 1 (grav 1), gravity 2 (grav 2)	wheat bran, wheat, barley, triticale, sunflower meal, soybean meal	0.7854	0.7425	12.0	0.0239	0.0227

^a Source: Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy and protein/nitrogen contents according to Beyer et al. (2004) and LfL (2004c).

^b x_N for N reduced feed: calculated as 95 % from x_N for normal feed (based on the 95 % relation which can be deduced from the data given in DLG (2005), pg. 41).

From the data given in Table 5.10 und Table 5.12 the daily feed intake can be calculated as follows:

Mit den Daten in Table 5.10 und Table 5.12 berechnet sich die tägliche Futtermenge wie folgt:

$$m_{\text{feed}} = \frac{\frac{ME_{\text{wtc}} \cdot \tau_{\text{wtc}}}{\eta_{ME, \text{wtc}}} + \frac{ME_{\text{grav}, 1} \cdot \tau_{\text{grav}, 1}}{\eta_{ME, \text{grav}, 1}} + \frac{ME_{\text{grav}, 2} \cdot \tau_{\text{grav}, 2}}{\eta_{ME, \text{grav}, 2}} + \frac{ME_{\text{lact}} \cdot \tau_{\text{lact}}}{\eta_{ME, \text{lact}}}}{\tau_{\text{wtc}} + \tau_{\text{grav}, 1} + \tau_{\text{grav}, 2} + \tau_{\text{lact}}} \quad (5.8)$$

where

m_{feed}	daily feed intake of a sow (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{wtc}	daily metabolisable energy requirements between weaning and covering (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
τ_{wtc}	time between weaning and covering (in d)
$\eta_{ME, \text{wtc}}$	specific metabolisable energy content of feed between weaning and covering (MJ kg ⁻¹ ME)
$ME_{\text{grav}, 1}$	daily metabolisable energy requirements during gravity phase 1 (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\tau_{\text{grav}, 1}$	duration of gravity phase 1 (in d)
$\eta_{ME, \text{grav}, 1}$	specific metabolisable energy content of feed during gravity phase 1 (MJ kg ⁻¹ ME)
$ME_{\text{grav}, 2}$	daily metabolisable energy requirements during gravity phase 2 (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\tau_{\text{grav}, 2}$	duration of gravity phase 2 (in d)
$\eta_{ME, \text{grav}, 2}$	specific metabolisable energy content of feed during gravity phase 2 (MJ kg ⁻¹ ME)
ME_{lact}	daily metabolisable energy requirements during lactation (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
τ_{lact}	duration of lactation period (in d)
$\eta_{ME, \text{lact}}$	specific metabolisable energy content of feed during lactation (MJ kg ⁻¹ ME)

The amount of nitrogen taken in with feed is obtained by multiplying each term in the numerator of the previous equation with the respective x_N value given in Table 5.12.

By analogy to the determination of the daily feed intake, the amount of gross energy taken in daily with the feed is given by:

Die mit dem Futter aufgenommene Stickstoffmenge erhält man, indem jeder Term im Zähler der vorstehenden Gleichung mit dem entsprechenden x_N -Wert nach Table 5.12 multipliziert wird.

Analog zur Vorgehensweise zur Futtermengenbestimmung ergibt sich die mit dem Futter täglich aufgenommene Gesamtenergie:

$$GE_{\text{sow}} = \frac{\frac{ME_{\text{wte}} \cdot \tau_{\text{wte}}}{X_{\text{ME, wte}}} + \frac{ME_{\text{grav, 1}} \cdot \tau_{\text{grav, 1}}}{X_{\text{ME, grav, 1}}} + \frac{ME_{\text{grav, 2}} \cdot \tau_{\text{grav, 2}}}{X_{\text{ME, grav, 2}}} + \frac{ME_{\text{lact}} \cdot \tau_{\text{lact}}}{X_{\text{ME, lact}}}}{\tau_{\text{wte}} + \tau_{\text{grav, 1}} + \tau_{\text{grav, 2}} + \tau_{\text{lact}}} \quad (5.9)$$

where

GE_{sow}	gross energy demand of a sow (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{wte}	daily metabolisable energy requirements between weaning and covering (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
τ_{wte}	time between weaning and covering (in d)
$X_{\text{ME, wte}}$	metabolisability of feed between weaning and covering (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{grav, 1}}$	daily metabolisable energy requirements during gravidity phase 1 (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\tau_{\text{grav, 1}}$	duration of gravidity phase 1 (in d)
$X_{\text{ME, grav, 1}}$	metabolisability of feed during gravidity phase 1 (in MJ MJ ⁻¹)
$ME_{\text{grav, 2}}$	daily metabolisable energy requirements during gravidity phase 2 (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$\tau_{\text{grav, 2}}$	duration of gravidity phase 2 (in d)
$X_{\text{ME, grav, 2}}$	metabolisability of feed during gravidity phase 2 (in MJ MJ ⁻¹)
ME_{lact}	daily metabolisable energy requirements during lactation (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
τ_{lact}	duration of lactation period (in d)
$X_{\text{ME, lact}}$	metabolisability of feed during lactation (in MJ MJ ⁻¹)

5.3.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ent, sow}} = \frac{GE_{\text{sow}} \cdot x_{\text{CH}_4} \cdot \alpha}{\eta_{\text{CH}_4}} \quad (5.10)$$

where

$EF_{\text{CH}_4, \text{ent, sow}}$	emission factor for sows (in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_{sow}	daily gross energy intake by a sow (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ , see Chapter 5.3.3)
x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{\text{CH}_4} = 0.006 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{\text{CH}_4} = 55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

also requires the methane conversion rate x_{CH_4} (see Chapter 3.3.2). The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ^{-1} is given in IPCC(1996)-3-4.35. (IPCC(2006) does not provide a methane conversion rate for pigs.)

wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH_4} benötigt (s. Kapitel 3.3.2). Der Wert von $0,006 \text{ MJ MJ}^{-1}$ ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen. (Ein entsprechender Faktor wird in IPCC(2006) nicht bereitgestellt.)

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A very detailed approach is used to describe sows, assessing feed intake, energy and nutrient intake, CH₄ from enteric fermentation as well as VS and N excretion rates based on as much national information as possible.

IPCC 2006 fails to give a methane conversion rate for pigs. This is felt to be inadequate. The IPCC 1996 approach is used instead.

Hence, the method applied will lead to increased methane emissions as compared to IPCC 2006.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Zur Beschreibung der Sauen wird ein sehr detaillierter Ansatz verwendet, in dem Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme ebenso berechnet werden wie CH₄-Emissionen aus der Verdauung, VS- und N-Ausscheidungen. Das Verfahren benutzt so viele nationale Informationen wie möglich.

IPCC 2006 gibt für Schweine keine Methan-Umwandlungsrate an. Dies erscheint unangemessen. Deswegen wird auf IPCC 1996 zurückgegriffen.

Die verwendete Methode führt zu Methan-Emissionen, die größer sind als die nach IPCC 2006 berechneten.

Uncertainty of emission factors

The uncertainty of the number of piglets per sow is unknown.

GfE (2006) does not make any statement about the uncertainty of the method to derive both energy balance and feed.

IPCC(1996)-3-4.35 fails to give details on the uncertainty of the methane conversion factor. The statement given for cattle (“rule of thumb”) is assumed to be valid for pigs as well.

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation ($EF_{CH_4, ent}$) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die Ferkelzahlen pro Sau sind keine Fehlerschätzungen verfügbar.

GfE (2006) macht keine Angaben über die Unsicherheit der Berechnung des Energiehaushalts und der Futtermenge.

IPCC (1996)-3-4.35 macht keine Angaben zur Unsicherheit des Methan-Konversionsfaktors. Die für Rinder beschriebene Vorgehensweise (Anhaltswert) wird auch auf Schweine übertragen.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung ($EF_{CH_4, ent}$) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

5.3.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement

A Tier-3 approach is used to treat CH_4 emissions from manure management of dairy cows (cf. Chapter 3.4.3.4).

Zur Bestimmung der CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-3-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.4.

5.3.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of volatile solids (VS) excreted were calculated according to the information provided in Chapter 3.4.1 taking the number of piglets into account. The ash content is taken to be 0.02 kg kg^{-1} .

Die Mengen ausgeschiedener „volatile solids“ (VS) werden nach den in Kapitel 3.4.1 gemachten grundsätzlichen Angaben unter Berücksichtigung der Anzahl der Ferkel berechnet. Der Aschegehalt wird mit $0,02 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt.

5.3.5.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH_4 emissions from straw in systems with bedding.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

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

In German livestock husbandry, slurry storage in lagoons does not occur. Dry lot systems are not used, nor is manure burned for fuel.

In der Schweinehaltung in Deutschland sind die Lagerungsformen „lagoon“, „dry lot“ und „burned for fuel“ nicht üblich.

The share of slurry fermented for bio-gas production is yet unknown.

Der Anteil vergorener Gülle (Biogas-Gülle) ist derzeit noch nicht bekannt.

The frequency distribution of the various storage systems is calculated for each district using RAUMIS (for details see Chapter 17.2).

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS für jeden Landkreis berechnet (zu Einzelheiten siehe Kapitel 17.2).

5.3.5.4 Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors MCF and methane producing capacity B_0 are listed in Table 5.13). (As

Die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF und die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_0 sind in

the inventory assumes pasture/range not to occur, no respective MCF is given in Table 5.13.)

Table 5.13 aufgelistet. (Keine Angabe für „pasture/range“, da das Inventar reine Stallhaltung annimmt.)

Table 5.13: Sows, maximum methane producing capacity and methane conversion factors as used in the German inventory

maximum methane producing capacity B_0	0.45	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$
MCF liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg^{-1}
MCF solid storage	0.02	kg kg^{-1}
MCF deep litter	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg^{-1}

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

5.3.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.5.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.5 angegeben.

5.3.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lager-typen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

5.3.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

Mass conservation allows the amount of nitrogen excreted to be assessed:

Unter Voraussetzung des Massenerhalts berechnet sich die N-Ausscheidung über:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed, standard}} \cdot (1 - x_{\text{reduced}}) + m_{\text{feed, reduced}} \cdot x_{\text{reduced}} - m_{\text{g}} \quad (5.11)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
$m_{\text{feed, standard}}$	amount of nitrogen taken in with standard feed (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
x_{reduced}	share of population fed with a N/P reduced diet (in pl pl^{-1})
$m_{\text{feed, reduced}}$	amount of nitrogen taken in with N reduced feed (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
m_{g}	amount of N retained in piglets (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)

For the calculation of the amount of N taken in with feed as well as for N reduced feed (x_{reduced}) see Chapter 5.3.3.

The amount m_{g} of N retained in the piglets raised until weaning is calculated from the piglet weight at weaning and the mean N content in a piglet's body.

Zur Berechnung der N Aufnahme mit dem Futter sowie zur N-reduzierten Fütterung (x_{reduced}) siehe Kapitel 5.3.3.

Die bis zum Absetzen in den Saugferkeln gebundene N-Menge m_{g} wird aus dem Absetzgewicht und dem mittleren N-Gehalt von Saugferkeln berechnet.

$$m_g = n_{sp} \cdot W_{\text{piglet, w}} \cdot x_{N, \text{piglet}} \quad (5.12)$$

where

m_g	amount of N retained in piglets (in kg sow ⁻¹ a ⁻¹ N)
n_{sp}	annual mean of piglets per sow (piglet sow ⁻¹ a ⁻¹), see Chapter 5.3.2
$W_{\text{piglet, w}}$	weaning weight of a piglet (in kg piglet ⁻¹), see Chapter 5.3.2
$x_{N, \text{piglet}}$	nitrogen content of a piglet's body ($x_{N, \text{piglet}} = 0.0256 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$) (LFL, 2004a)

Based on the digestibilities provided in Table 5.12 the calculation of the TAN content of excreta yields 77 % of total N excreted.

Mit Hilfe der Verdaulichkeiten nach Table 5.12 errechnet sich ein TAN-Gehalt der Ausscheidungen von 77 % der Gesamt-N-Ausscheidung.

5.3.7.2 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.5.3. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren.

For sows, KTBL provides amounts of straw between 0.4 kg pl⁻¹ d⁻¹ and 0.7 kg pl⁻¹ d⁻¹ an (e. g. KTBL, 2006a, pg. 469 and pg. 461). Bedding in sow housings with a special piglets' nest („Ferkelnest“) amounts to 0.5 kg pl⁻¹ d⁻¹ (KTBL, 2006a, pg. 499 and pg. 507). However, as no frequency distributions are available, there is no distinction between various sow housing types. Hence the inventory calculations are based on a straw input of 0.5 kg pl⁻¹ d⁻¹ equivalent to 2.2·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N (1.1·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN, respectively).

KTBL gibt für Sauen Strohmenngen zwischen 0,4 kg pl⁻¹ d⁻¹ und 0,7 kg pl⁻¹ d⁻¹ an (z. B. KTBL, 2006a, S. 469 und S. 461). In der Sauenhaltung mit Ferkelnestern wird nach KTBL (2006a), S. 499 und S. 507, von 0,5 kg pl⁻¹ d⁻¹ ausgegangen. Da im Inventar verschiedene Haltungsformen mangels Häufigkeitsverteilungen nicht unterschieden werden können, wird generell mit einer Strohmenge von 0,5 kg pl⁻¹ d⁻¹ bzw. 2,2·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N (entsprechend 1,1·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN) gerechnet.

5.3.7.3 Partial emission factors “housing” and “grazing” / Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“

Partial emission factors “housing” for sows can be extracted from Table 5.14. These emission factors are based on the emission of 6 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃-N from a total ammoniacal nitrogen excretion of 17.7 kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN (Döhler et al., 2002, pg. A9, Dämmgen et al., 2010b).

Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“ für die Sauenhaltung gehen aus Table 5.14 hervor. Sie beruhen auf einer Emission von 6 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃-N bei einer angenommenen Gesamtausscheidung von 17,7 kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN (Döhler et al., 2002, S. A9, Dämmgen et al., 2010b).

German data on sow husbandry do not allow for a differentiation between slurry and straw based systems yet.

Die deutschen Daten lassen bei der Sauenhaltung keine Unterscheidung zwischen gülle- und strohbasierten Systemen zu.

Table 5.14: Sows, partial emission factors for NH₃-N from housing (related to TAN)

		EF_{house} in kg kg ⁻¹ N
slurry based	all systems	0.34
straw based	all systems	0.34

Source: Döhler et al. (2002), Dämmgen et al. (2010b)

5.3.7.4 Partial emission factors “storage” for NH₃, N₂O, NO and N₂ and “spreading” / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ für NH₃, N₂O, NO und N₂ und „Ausbringung“

These emission factors are the same for all sub-

Die Emissionsfaktoren sind für alle Unterkatego-

categories. They are listed in Chapter 5.2.1.

rien gleich. Sie sind in Kapitel 5.2.1 zusammengestellt.

5.3.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

5.3.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.3.5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 5.3.5.3 entnommen

5.3.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 5.15 (EMEP(2007) B1100).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 5.15 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

Table 5.15: Sows, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Sows	solid	0.58	0.094
	slurry	0.45	0.073

Source: EMEP(2007)-B1100-5

5.3.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.16: Sows, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.09	
		CH ₄ manure management	EM1005.09	
		NM VOC	EM1005.40	
		NH ₃	EM1009.09	
		N ₂ O	EM1009.57	EM1009.59
		NO	EM1009.137	
		PM ₁₀	EM1010.09	
		PM _{2.5}	EM1010.29	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.09	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.09	
		CH ₄ manure management	IEF1005.09	
		NM VOC	IEF1005.38	
		NH ₃	IEF1009.08	
		N ₂ O	IEF1009.51	IEF1009.53
		NO	IEF1009.102	
		PM ₁₀	IEF1010.08	
		PM _{2.5}	IEF1010.26	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.01	AI1005PSH.17
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.25	EXCR.27

5.4 Weaners / Aufzuchtferkel

Weaners are young pigs between weaning and the begin of fattening.

According to KTBL (2004, pg. 466) the duration of the weaner production is between 45 and 60 d ro⁻¹ (good practice: 48 d ro⁻¹). Taking into account a service time of 8 d ro⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 465), the typical number of rounds per year is 6.5 ro a⁻¹.

According to the key source analysis performed for the year 2007 (NIR 2009), pigs do not represent a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a keysource. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

Thus, all pig subcategories (with the exception of boars) are treated as if they were key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.17.

Aufzuchtferkel sind die jungen Schweine nach dem Absetzen von der Sau bis zum Beginn der Mast.

KTBL (2004, S. 466) gibt als praxisübliche Dauer der Ferkelaufzucht 45 bis 60 Tage pro Durchgang an (Gute fachliche Praxis: 48 d ro⁻¹). Daraus folgt mit einer Reinigungsdauer von 8 Tagen pro Durchgang (KTBL 2004, S. 465) eine typische Durchgangszahl von 6,5 ro a⁻¹.

Nach der für 2007 durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse (NIR 2009) zählen Schweine nicht zu den Hauptquellkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte Ammoniak-, NMVOC- und PM₁₀-Emissionen aus Schweine-Wirtschaftsdünger als Hauptquellgruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Alle Schweine-Unterkategorien (mit Ausnahme der Zuchteber) werden deshalb so behandelt, als wären sie Hauptquellgruppen.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.17 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.17: Weaners, calculation procedures applied

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

5.4.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.4.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The piglet numbers n_M (siehe Table 5.1) provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4) comprise the number of sucking piglets (n_{sp} , siehe Kapitel 5.3.2) and, officially, the number of weaners up to an animal weight of 20 kg an⁻¹, where in practice also heavier animals may be included. As the final weight of weaners is remarkably higher than 20 kg an⁻¹ (see Table 5.18), the official number of piglets (n_M) is generally lower than the animal number relevant for the inventory. Thus, a certain share of the inventory animal category “weaners” must be included in the officially reported number of young pigs (n_N , see Table 5.1).

The number of weaners is calculated according to Haenel et al. (2010b). In a continuous production process the ratio between the numbers of sucking piglets and weaners equals the ratio of the durations of

Die von den Statistischen Landesämtern (StatLA C III 1 – vj 4) bereitgestellten Ferkelzahlen n_M (siehe Table 5.1) umfassen die Zahl der Saugferkel (n_{sp} , siehe Kapitel 5.3.2) und offiziell die Zahl der Aufzuchtferkel bis 20 kg Gewicht, wobei in der Praxis die Einhaltung der Gewichtsgrenze nicht immer gewährleistet ist. Da Aufzuchtferkel deutlich schwerer als 20 kg werden (siehe Table 5.18), ist die amtliche Ferkelzahl n_M i. d. R. niedriger als die für das Inventar relevante Zahl. Ein Teil der Tiere aus der Inventarkategorie „Aufzuchtferkel“ muss daher in der offiziellen Statistik der Jungschweine (n_N , siehe Table 5.1) enthalten sein.

Die Berechnung der Aufzuchtferkelzahl erfolgt nach Haenel et al. (2010b). Es wird davon Gebrauch gemacht, dass bei einem stetigen Produktionsprozess das Verhältnis von Aufzuchtferkelzahl zu Saugferkel-

the respective production phases (duration of lactation, duration of weaner production). This leads to:

zahl dem Verhältnis von Laktationsdauer zu Aufzucht-dauer entspricht:

$$n_{we} = n_{sp} \cdot \frac{\tau_{we}}{\tau_{sp}} = n_M \cdot c_{sp} \cdot \frac{\tau_{we}}{\tau_{sp}} \quad (5.13)$$

where

n_{we}	number of weaners (in pl)
n_{sp}	number of sucking piglets, see Chapter 5.3.2
τ_{we}	duration of weaner production (in d ro ⁻¹ , see Chapter 5.4.1.2)
τ_{sp}	time span piglets spend with the sow ($\tau_{sp} = 25$ d ro ⁻¹ , see Table 5.10)
n_M	number of piglets in German census, see Table 5.1
c_{sp}	constant, see Chapter 5.3.2

The share of the sum of piglets and weaners, which exceeds the officially reported number of piglets, can then be derived from

Der Anteil $n_{\text{piglets}+}$ der Summe von Saugferkeln und Aufzuchtferkeln, der die amtliche Ferkelzahl übersteigt, berechnet sich damit wie folgt:

$$n_{\text{piglets}+} = n_{we} + n_{sp} - n_M = n_M \cdot \left[c_{sp} \cdot \left(1 + \frac{\tau_{we}}{\tau_{sp}} \right) - 1 \right] \quad (5.14)$$

where

$n_{\text{piglets}+}$	number of piglets exceeding the piglet number in the German census (in pl)
n_{we}	number of weaners (in pl)
n_{sp}	number of sucking piglets, see Chapter 5.3.2
n_M	number of piglets in German census, see Table 5.1 (in pl)
c_{sp}	constant, see Chapter 5.3.2
τ_{we}	duration of weaner production cycle (in d ro ⁻¹ , see Chapter 5.4.1.2)
τ_{sp}	time span piglets spend with the sow ($\tau_{sp} = 25$ d, see Table 5.10)

In few cases on district level (especially in city districts), $n_{\text{piglets}+}$ as calculated from the above given equation may slightly exceed the sum of the animal numbers officially reported for the categories N, O, P and Q (see Table 5.1). This may be interpreted as indication that there is no fattening pig husbandry in the respective districts and that the number of animals counted with a weight of 20 kg and more should be added to the animal number of the weaner category in the respective district. Hence, the above given equations for $n_{\text{piglets}+}$ and n_{we} have to be generalised as follows:

Auf Kreisebene kann es in einigen wenigen Fällen (vor allem in Stadtkreisen) vorkommen, dass das so berechnete $n_{\text{piglets}+}$ die Summe der in die Inventarkategorie „Mastschweine“ eingehenden offiziellen Tierzahlen n_N , n_O , n_P und n_Q (siehe Table 5.1) geringfügig überschreitet. Dies ist ein Indiz dafür, dass in den entsprechenden Kreisen keine Mastschweine-Haltung erfolgt, und alle dort gezählten Tiere mit einem Gewicht von 20 kg und mehr noch der Aufzuchtferkel-Kategorie zuzuordnen sind. Daher sind die obigen Gleichungen für $n_{\text{piglets}+}$ und n_{we} wie folgt zu verallgemeinern:

$$n_{\text{piglets}+} = \min \left\{ n_M \cdot \left[c_{sp} \cdot \left(1 + \frac{\tau_{we}}{\tau_{sp}} \right) - 1 \right]; (n_N + n_O + n_P + n_Q) \right\} \quad (5.15)$$

where

$n_{\text{piglets}+}$	number of piglets exceeding the piglet number in the German census (in pl)
n_M	number of piglets in German census, see Table 5.1
c_{sp}	constant, see Chapter 5.3.2
τ_{we}	duration of weaner production (in d ro ⁻¹ , see Chapter 5.4.1.2)
τ_{sp}	time span piglets spend with the sow ($\tau_{sp} = 25$ d, see Table 5.10)
n_N etc.	animal numbers of type N (etc.) in the German census (see Table 5.1)

$$n_{we} = n_M + n_{piglets+} - n_{sp} \quad (5.16)$$

where

n_{we}	number of weaners (in pl)
n_M	number of piglets in German census, see Table 5.1
$n_{piglets+}$	number of piglets exceeding the piglet number in the German census
n_{sp}	number of sucking piglets, see Chapter 5.3.2

Uncertainty of activity data

The uncertainty in the census based animal numbers is between 4 and 5 %. The additional uncertainty due to the splitting of piglet numbers in order to obtain weaner numbers is assumed to be of the same magnitude.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der Tierzahlen in der amtlichen Statistik beträgt etwa 4 bis 5 %. Die zusätzliche Unsicherheit durch die Berechnung der Zahl der Aufzuchtferkel dürfte in der gleichen Größenordnung liegen.

5.4.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The initial weaner weight is identical to the weight of a sucking piglet at the end of the lactation period. It is assumed to be 8.5 kg per animal, see Chapter 5.3.2.

The final weaner weight is identical to the initial fattening pig weight. As far as data are available, they are displayed in Table 5.18 (cf. Table 5.26). (The closing of the data gaps in Table 5.18 is described farther below.)

Das Aufzuchtferkel-Anfangsgewicht entspricht dem Saugferkelgewicht zum Zeitpunkt des Absetzens. Es wird laut Kapitel 5.3.2 mit 8,5 kg pro Tier angesetzt. Die zur Ferkelaufzucht verfügbaren Endgewichtdaten sind in Table 5.18 aufgelistet. Sie entsprechen den Anfangsgewichten der Mastschweine (Table 5.26). (Zur Datenlückenschließung siehe weiter unten.)

Table 5.18: Weaners, final weight (in kg an⁻¹) (primary statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
BW	28	28	28	28	29	29	30	29	29.3		29.9		29.5		30	30	30.9	32.3		
BY	27	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29.4	29.6	29.8	28.3				30.4	30	
BB								27	27	27	27	27	27					28	28	
HE	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30					30		
MV								28	27	27	27	27	27					28.8	29	
NI	25.5	26	26	27	28	28.5	28.5	28.5	28.5	29	29	29	28.5	30	30	30	30	30		
NW	24	24	25	26	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29.1	30		
RP	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31	32	32.3	33.5			
SL	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31						
SN				28	27			28	28	28	27	27	27					28.8	29.8	
ST																				
SH	25	25	26	26	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29.5	29.8	30		
TH							28	27	28	28	28	27	27					28.0	28.5	27.5
StSt																				

Germany

Sources: ZDS, various years; LKV (2003); LSZ (2007,2008); SMUL (2008); ThLMNU (2002, 2009); Scholz & Zacharias (2008)

The duration of weaner production (τ_{we}) is obtained by dividing the total weight gain by the average daily weight gain rate.

The total weight gain can be calculated from the start weight and the the data provided in Table 5.18.

For the City States the respective data as obtained for the neighbouring Federal States are adopted (Brandenburg for Berlin, Niedersachsen for Bremen, and Schleswig-Holstein for Hamburg).

The daily weight gain rate is a function of time and therefore of animal weight. The dependency on animal weight is almost linear as shown exemplarily in Figure 5.2.

Die Aufzuchtdauer τ_{we} ergibt sich aus dem Verhältnis von Gesamtzuwachs zu mittlerem täglichen Gewichtszuwachs.

Der Gesamtzuwachs kann mit Hilfe des Startgewichtes und der Daten aus Table 5.18 ermittelt werden. Für die Stadtstaaten wird auf Daten benachbarter Bundesländer zurückgegriffen (Brandenburg für Berlin, Niedersachsen für Bremen und Schleswig-Holstein für Hamburg).

Die Gewichtszunahme ist eine Funktion von Lebenszeit und damit Tiergewicht. Die Abhängigkeit vom Tiergewicht ist nahezu linear, wie in Figure 5.2 beispielhaft gezeigt wird.

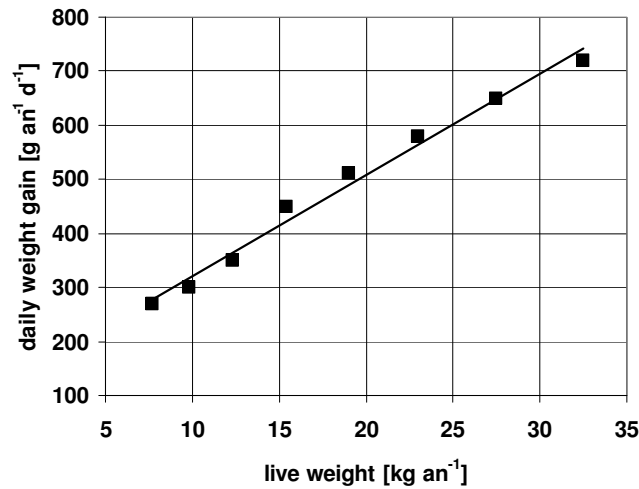


Figure 5.2: Weaners, weight gain as a function of live weight.
Variable data: LfL (2004c); solid line: linear approximation.

However, no data is available on the spatial and temporal distribution of the daily weight gain. Thus, the daily weight gain has to be estimated. For this purpose, it is assumed that the weight gain rates of weaners and fattening pigs have developed similarly in given areas and years.

Da regional und zeitlich differenzierte Daten des täglichen Gewichtszuwachses nicht verfügbar sind, muss der tägliche Gewichtszuwachs geschätzt werden. Dazu wird angenommen, dass sich die Gewichtszuwächse von Aufzuchtferkeln und Mastschweinen regional und zeitlich ähnlich entwickelt haben:

$$\frac{\Delta w_{we}}{\Delta t} = c_{we} \cdot \frac{\Delta w_{fp}}{\Delta t} \quad (5.17)$$

where

$\Delta w_{we}/\Delta t$	mean daily weight gain of weaners (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
c_{we}	constant, see below
$\Delta w_{fp}/\Delta t$	mean daily weight gain of fattening pigs (in $\text{g an}^{-1} \text{d}^{-1}$), see Chapter 5.5.1.2

The constant of proportionality, c_w , has been derived as the national mean of the Federal State ratios of total weaner weight gain to the product of fattening pig total weight gain and typical weaner production duration (48 d ro^{-1} , KTBL 2004, pg. 466, good practice): $c_w = 0.6065$.

As a consequence, the daily weaner weight gain rate varies between $368 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ und $455 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$, depending on Federal State and year (data used: □ especnal data without data gap closure). The national mean for 1990 to 2006 is $410 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$, which is only slightly less than the typical value given by KTBL (2004, pg. 465: $420 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$).

The calculated weaner production duration τ_{we} is between 40 and 59 days (for the original data without data gap closure), a range somewhat larger than that reported by KTBL (2004, S. 466), which is 45 to 60 days.

All in all it can be assumed that the above-defined

Der Proportionalitätsfaktor c_w wurde als nationaler Mittelwert aller auf Bundesländerebene berechenbaren Quotienten von Aufzuchtferkel-Gesamtwuchs zum Produkt aus Mastschweine-Gesamtwuchs und typischer Ferkel-Aufzuchtdauer (48 d ro^{-1} , KTBL 2004, S. 466, gute fachliche Praxis) bestimmt: $c_w = 0,6065$.

Damit variiert die tägliche Aufzuchtferkel-Gewichtszunahme je nach Jahr und Bundesland zwischen $368 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ und $455 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ (Berechnungsgrundlage: Originaldaten ohne Lückenschluss). Der nationale Mittelwert für die Jahre 1990 bis 2006 liegt bei $410 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ und damit nur wenig unter dem Richtwert von $420 \text{ g an}^{-1} \text{d}^{-1}$ (KTBL, 2004, S. 465).

Die berechnete Aufzuchtdauer τ_{we} liegt (für die Originalinputdaten ohne Datenlückenschluss) zwischen 40 und 59 Tagen. Die Spanne ist damit etwas größer als der von KTBL (2004, S. 466) angegebene Bereich von 45 bis 60 Tagen.

simple approach to parameterise the average daily weight gain of weaners leads to plausible results.

Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass der oben eingeführte einfache Ansatz zur Parameterisierung des mittleren täglichen Gewichtszuwachses von Aufzuchtferkeln zu plausiblen Ergebnissen führt.

Data gap closure

Data gaps in the time series of the final weaner weight are closed as follows:

Within, and at the end of, a time series the latest value reported is used (except for the Bundesland Saarland, where the data from Rheinland-Pfalz are adopted).

For the New Länder and 1990, 35 kg an⁻¹ is assumed as a standardised final weight (see the respective remarks in Chapter 5.5.1.2).

After 1991, the data sets for Hessen are used to replace missing values in the New Länder, until they published their own data (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstern).

Occasional data for Sachsen-Anhalt originate from Iden experimental farm and are not representative of the situation in the whole Federal State. Hence, for the completely missing times series of Sachsen-Anhalt the times series of Thüringen is adopted, as the agreement between carcass weights is best.

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

Schließen der Datenlücken

Die Datenlücken in den Zeitreihen der Endgewichte in werden wie folgt geschlossen:

Innerhalb und am Ende einer Zeitreihe werden Lücken durch Fortschreibung gefüllt (Ausnahme Saarland: hier werden in üblicher Vorgehensweise die Daten von Rheinland-Pfalz übernommen).

Für die Neuen Länder wird für 1990 einheitlich 35 kg an⁻¹ als Endgewicht angenommen (siehe dazu die entsprechenden Anmerkungen in Kapitel 5.5.1.2).

Von 1991 an bis zur Verfügbarkeit eigener Werte werden die Daten für Hessen für alle Neuen Bundesländer übernommen (Expertenurteil Schnabel, Rönsch, Bodenstern).

Vereinzelte Daten aus Sachsen-Anhalt stammen aus dem Musterbetrieb Iden und werden als nicht repräsentativ angesehen. Für die insgesamt fehlenden Daten aus Sachsen-Anhalt werden daher die Daten aus Thüringen eingesetzt, da hier die Übereinstimmung der Schlachtkörpergewichte am größten ist.

Bei den Stadtstaaten werden für Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

5.4.2 Energy requirements / Energiebedarf

The energy requirements of weaners are calculated according to the recommendations in GfE (2006), cf. Haenel et al. (2010a). These recommendations refer to weaner weights up to 30 kg an⁻¹, but are used in the inventory for all weaners.

Metabolic energy (ME) requirements comprise the requirements for both maintenance and growth:

Der Energiebedarf von Aufzuchtferkeln wird nach den Empfehlungen in GfE (2006) berechnet, vgl. Haenel et al. (2010a). Die Angaben in GfE (2006) gelten für Ferkelgewichte bis 30 kg an⁻¹, werden im Inventar aber für alle Aufzuchtferkel verwendet.

Der Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) umfasst den Bedarf für Erhaltung und Zuwachs:

$$\Sigma ME = \sum_{j=1}^{k_{\text{fin}}} \tau_{\text{day}} \cdot ME_{m,j} + \sum_{j=1}^{k_{\text{fin}}} \tau_{\text{day}} \cdot ME_{g,j} \quad (5.18)$$

where

ΣME	total metabolizable energy required during the fattening-period (in MJ an ⁻¹ ro ⁻¹ ME)
τ_{day}	time period unit ($\tau_{\text{day}} = 1 \text{ d ro}^{-1}$)
ME_j	metabolizable energy requirements for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
j	index of day
k_{fin}	number of the final day of fattening period
$\sum \tau_{\text{day}} \cdot ME_{m,j}$	fattening-period total of $ME_{m,j}$ (in MJ an ⁻¹ ro ⁻¹ ME)
$ME_{m,j}$	metabolizable energy required for maintenance for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$\sum \tau_{\text{day}} \cdot ME_{g,j}$	fattening-period total of $ME_{g,j}$ (in MJ an ⁻¹ ro ⁻¹ ME)
$ME_{g,j}$	metabolizable energy required for growth for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)

The maintenance energy is given by:

Für die Erhaltungsenergie gilt:

$$ME_{m,j} = \eta_{ME,m} \cdot w_{unit} \cdot \left(\frac{w_j}{w_{unit}} \right)^{0.75} \quad (5.19)$$

where

$ME_{m,j}$	metabolisable energy required for maintenance for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME,m}$	specific metabolisable energy required for maintenance ($\eta_{ME,m} = 1.25 \cdot 0.44$ MJ kg ⁻¹ d ⁻¹ , GfE, 2006, pg. 23)
w_j	live weight on day j (in kg an ⁻¹)
w_{unit}	unit weight ($w_{unit} = 1$ kg an ⁻¹)

The energy required for growth is calculated according to:

Die für Zuwachs benötigte Energie wird wie folgt berechnet:

$$ME_{g,j} = \eta_{ME,g,j} \cdot \left(\frac{\Delta w}{\Delta t} \right)_j \quad (5.20)$$

where

$ME_{g,j}$	metabolizable energy consumed for daily growth on day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
j	index of day
$\eta_{ME,g,j}$	specific metabolizable energy required for growth on day j (in MJ kg ⁻¹ ME, see below)
$(\Delta w/\Delta t)_j$	daily weight gain per animal and day j (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)

The specific energy requirements for growth, $\eta_{ME,g,i}$, is a function of protein and fat gain, which means it is a function of life time:

Der spezifische Energiebedarf für Zuwachs, $\eta_{ME,g,i}$, ist von Protein- und Fettzunahme und damit von der Lebenszeit abhängig:

$$\eta_{ME,g,j} = \frac{\alpha_p}{k_p} \cdot P + \frac{\alpha_f}{k_f} \cdot F_j \quad (5.21)$$

where

$\eta_{ME,g,j}$	day-dependent specific metabolizable energy required for growth (in MJ kg ⁻¹ ME)
j	index of day
α_p	coefficient ($\alpha_p = 23.8$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 32)
α_f	coefficient ($\alpha_f = 39.7$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 33)
k_p	coefficient ($k_p = 0.7$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2006, pg. 33)
k_f	coefficient ($k_f = 0.7$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2000, pg. 33)
P	constant ratio of protein gain to weight gain ($P = 0.17$ kg kg ⁻¹ , see GfE, 2000, pg. 29)
F_j	day-dependent ratio of fat gain to weight gain (in kg kg ⁻¹ , see below)

From GfE (2006), pg. 30, a formula for the relative increase in fat F can be deduced:

Nach den Angaben in GfE (2006), S. 30, lässt sich die relative Fettzunahme F wie folgt berechnen:

$$F_j = a_F + b_F \cdot w_j \quad (5.22)$$

where

F_j	day-dependent ratio of fat gain to weight gain (in kg kg ⁻¹)
j	index of day
a_F	constant ($a_F = 0.08$ kg kg ⁻¹)
b_F	constant ($b_F = 0.003$ kg ⁻¹ an)
w_j	live weight on day j (in kg an ⁻¹)

In order to simplify the evaluation of the summation equation given above for the total energy, a transformation into an integral equation seems adequate. A further advantage of this transformation is that it permits an energy calculation for different fattening

Um die Auswertung der Summengleichung für die Gesamtenergie zu vereinfachen, bietet sich die Transformation in eine Integralgleichung an. Als weiterer Vorteil dieses Vorgehens wird eine Energieberechnung für einzelne Mastphasen möglich, deren Gren-

phases separated by animal weights instead of time specifications. This is required for the assessment of the feed intake, see Chapter 5.4.3.

Integration presupposes the knowledge about the development of the daily weight gain rate. The latter is a function of animal weight as shown in Figure 5.2. However, calculations made for comparison purposes with the total energy summation equation given above show that, without a relevant error, the total energy may also be calculated on base of the assumption of a constant (i. e. mean) weight gain rate.

Integration then leads to a formula for the ME amount required for the growth between animal weights w_0 and w_1 :

$$\Sigma ME(w_0, w_1) = \eta_{ME, m} \cdot \frac{w_{ref}^2}{1.75 \cdot (\Delta w / \Delta t)^*} \cdot \left[\left(\frac{w_1}{w_{unit}} \right)^{1.75} - \left(\frac{w_0}{w_{unit}} \right)^{1.75} \right] + \eta_{ME, g}^* \cdot (w_1 - w_0) \quad (5.23)$$

where

$\Sigma ME(w_0, w_1)$	ME required for the fattening phase between the weights w_0 and w_1 (in MJ an ⁻¹ ME)
$\eta_{ME, m}$	specific metabolisable energy required for maintenance ($\eta_{ME, m} = 1.25 \cdot 0.44$ MJ kg ⁻¹ d ⁻¹ , GfE, 2006, pg. 23)
w_{unit}	init value of animal weight ($w_{unit} = 1$ kg an ⁻¹)
w_0, w_1	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_0 < w_1$ (in MJ an ⁻¹ ME)
$(\Delta w / \Delta t)^*$	mean weight gain during the entire fattening period (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)

and

$$\eta_{ME, g}^* = \frac{\alpha_p}{k_p} \cdot P + \frac{\alpha_f}{k_f} \cdot \left(a_F + b_F \cdot \frac{w_0 + w_1}{2} \right) \quad (5.24)$$

where

$\eta_{ME, g}^*$	mean specific metabolizable energy required for growth (in MJ kg ⁻¹ ME)
α_p	coefficient ($\alpha_p = 23.8$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 32)
α_f	coefficient ($\alpha_f = 39.7$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 33)
k_p	coefficient ($k_p = 0.7$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2006, pg. 33)
k_f	coefficient ($k_f = 0.7$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2006, pg. 33)
P	constant ratio of protein gain to weight gain ($P = 0.17$ kg kg ⁻¹ , see GfE, 2006, pg. 29)
a_F	constant ($a_F = 0.08$ kg kg ⁻¹)
b_F	constant ($b_F = 0.003$ an)
w_0, w_1	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_0 < w_1$ (in MJ an ⁻¹ ME)

5.4.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Weaners are fed in two phases. In the inventory, the first phase covers the animal weight range between 8.5 kg an⁻¹ (weaning weight, see Chapter 5.3.2) and 12 kg an⁻¹. The second phase ends at an animal weight of about 28.5 kg an⁻¹ (see Table 5.18).

Typical properties of the phase feeding are listed in Table 5.19.

The feed composition in the New Länder in the years after the German unification did not differ in principle from that listed in Table 5.19 (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstern).

zen nicht durch Zeitangaben, sondern durch Tiergewichte definiert werden. Letzteres wird zur Ermittlung der Futteraufnahme benötigt, s. Kapitel 5.4.3.

Die Integration setzt voraus, dass der Verlauf der täglichen Wachstumsrate bekannt ist. Diese ist nach Figure 5.2 eine Funktion des Tiergewichtes. Vergleichsrechnungen mit obiger Summenformel für die Gesamtenergie haben aber gezeigt, dass die Gesamtenergie ohne großen Fehler auch mit dem einfacheren Ansatz einer konstanten (d. h. mittleren) täglichen Wachstumsrate berechnet werden kann.

Unter dieser Voraussetzung ergibt sich eine Formel für den Bedarf an ME, der benötigt wird, um von einem Gewicht w_0 zu einem Gewicht w_1 zu gelangen:

Aufzuchtferkel werden in zwei Phasen gefüttert. Im Inventar reicht die erste Phase von einem Tiergewicht von 8,5 kg an⁻¹ (Absetzgewicht, s. Kapitel 5.3.2) bis zu 12 kg an⁻¹. Die zweite Phase endet bei einem Gewicht von ca. 28,5 kg an⁻¹ (s. Table 5.18).

Typische Eigenschaften der Phasenfütterung gehen aus Table 5.19 hervor.

In den neuen Bundesländern unterschied sich auch unmittelbar nach der Wende das Futter nicht von dem in Table 5.19 angegebenen (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstern).

N reduced feeding of fattening pigs is possible. However, it is of minor relevance (Expert judgement Küster, LWK Niedersachsen) and no reliable data are available. Hence, N reduced feed is not considered in the inventory.

Eine mögliche N-reduzierte Fütterung von Aufzuchtferkeln wird wegen geringer Bedeutung (Expertenurteil Küster, LWK Niedersachsen) und entsprechend unsicherer Datenlage im Inventar nicht berücksichtigt.

Table 5.19: Weaners, diets used in the inventory, and their properties

(X_{DE} : digestibility, X_{ME} : metabolisability, η_{ME} : content of metabolisable energy, x_N : N content of normal feed, $x_{N, red}$: N content of N reduced feed)

Feed type	Phase	Major components	X_{DE}^a in MJ MJ ⁻¹	X_{ME}^a in MJ MJ ⁻¹	η_{ME}^a MJ kg ⁻¹ ME	x_N^a in kg kg ⁻¹	$x_{N, red}$ in kg kg ⁻¹
weaners A	1	wheat, barley, soybeans and soybean meal, maize	0.8626	0.8524	14.0	0.0290	-
weaners B	2	wheat, barley, soybeans (full fat), maize, soybean oil	0.8498	0.8064	13.8	0.0266	-

^a Source: Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, private communication; energy and protein/nitrogen contents according to Beyer et al. (undated) and LfL (2004c).

The daily intake of feed, nitrogen, and gross energy (GE_{we}) is calculated by analogy to the method described in Chapter 5.3.3.

Die tägliche Aufnahme an Futter, Stickstoff und Gesamtenergie GE_{we} wird sinngemäß wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben berechnet.

5.4.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{CH_4, ent, we} = \frac{GE_{we} \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (5.25)$$

where

$EF_{CH_4, ent, we}$	emission factor for weaners (in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE_{we}	gross energy intake for weaners (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{CH_4} = 0.006$ MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg ⁻¹ CH ₄)

(s. Chapter 3.3.2) also requires the methane conversion rate x_{CH_4} . The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ⁻¹ is given in IPCC(1996)-3-4.35.

(s. Kapitel 3.3.2) wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH_4} benötigt. Der Wert von 0,006 MJ MJ⁻¹ ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A very detailed approach is used to describe weaners, assessing feed intake, energy and nutrient intake, CH₄ from enteric fermentation as well as VS and N excretion rates based on as much national information as possible.

IPCC 2006 fails to give a methane conversion rate for pigs. This is felt to be inadequate. The IPCC 1996 approach is used instead.

Hence, the method applied will lead to increased methane emissions as compared to IPCC 2006.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Zur Beschreibung der Aufzuchtferkel wird ein sehr detaillierter Ansatz verwendet, in dem Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme ebenso berechnet werden wie CH₄-Emissionen aus der Verdauung, VS- und N-Ausscheidungen. Das Verfahren benutzt so viele nationale Informationen wie möglich.

IPCC 2006 gibt für Schweine keine Methan-Umwandlungsrate an. Dies erscheint unangemessen. Deswegen wird auf IPCC 1996 zurückgegriffen.

Die verwendete Methode führt zu Methan-Emissionen, die größer sind als die nach IPCC 2006 berechneten.

Uncertainty of emission factors

The uncertainties of the weights and weight gains used to derive emission factors are hitherto unknown.

GfE (2006) does not mention uncertainties of their energy balance calculations.

The deviation of feeding practices in reality from the standard assumptions used in the calculations is unknown.

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation (EFCH₄, ent) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die die Rechnungen bestimmenden tabellierten Gewichte und Gewichtszunahmen sind keine Unsicherheiten bekannt.

GfE (2006) macht keine Angaben zur Unsicherheit der Energiebedarfsrechnungen.

Die Abweichungen der tatsächlichen Fütterung von den zur Berechnung verwendeten Standardannahmen sind nicht bekannt.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung (EFCH₄, ent) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

5.4.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

A Tier-3 approach is used to treat CH₄ emissions from manure management of dairy cows (cf. Chapter 3.4.3.4).

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-3-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.4.

5.4.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of volatile solids (VS) excreted are calculated according to the information provided in Chapter 3.4.1 taking initial and (variable) final weights as well as mean weight gains into account. The ash content is taken to be 0.02 kg kg⁻¹.

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden nach Kapitel 3.4.1 über Anfangs- und Endgewicht und Leistung (mittlere Gewichtszunahme) sowie die Fütterung berechnet. Der Aschegehalt wird mit 0,02 kg kg⁻¹ angesetzt.

5.4.5.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

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

At present, the frequency distribution of manure management systems for weaners assumed to equal that for fattening pigs. This is calculated by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Für Aufzuchtferkel werden die Häufigkeiten der Haltungsverfahren vorläufig denen von Mastschweinen gleichgesetzt. Diese werden mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 17.2).

5.4.5.4 Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors *MCF* and methane producing capacity *B₀* are listed in Table 5.20. (As the inventory assumes pasture/range not to occur, no respective *MCF* is given in Table 5.13.)

Die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* und die maximale Methan-Bildungskapazität *B₀* sind in Table 5.20 angegeben. (Keine Angabe für „pasture/ range“, da das Inventar reine Stallhaltung annimmt.)

Table 5.20: Weaners, maximum methane producing capacity and methane conversion factors as used in the German inventory

maximum methane producing capacity B_0	0.48	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$
<i>MCF</i> liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg^{-1}
<i>MCF</i> solid storage	0.02	kg kg^{-1}

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

5.4.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.5.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.5 angegeben.

5.4.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lager-typen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

5.4.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

The amount of N taken in with feed is calculated using typical diet composition and amounts of feed. The amount of N retained is subtracted (N content of weaners' bodies: $0.0256 \text{ kg kg}^{-1}$; LfL, 2004a).

Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird für typische Futterzusammensetzungen und –mengen leistungsbezogen berechnet. Hiervon wird die im Körper verbleibende N-Menge abgezogen (N-Gehalt des Gesamtkörpers $0,0256 \text{ kg kg}^{-1}$; LfL, 2004a).

$$m_{\text{excr}} = n_{\text{round}} \cdot (m_{\text{feed}} - \Delta w \cdot x_{\text{N}}) \quad (5.26)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
n_{round}	number of animal rounds (in $\text{cy} = \text{an pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
m_{feed}	amount of nitrogen taken in with feed (in $\text{kg an}^{-1} \text{N}$)
Δw	weight gain (in kg an^{-1})
x_{N}	nitrogen content of whole pig ($x_{\text{N}} = 0.0256 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)

The content of ammoniacal N (TAN) is calculated. It amounts to about the value given by Döhler et al. (2002), which is 66 % of the N excreted.

Der TAN-Gehalt wird berechnet. Er liegt im Bereich des von Döhler et al. (2002) angegebenen Wertes von 66 % der ausgeschiedenen N-Menge.

5.4.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts are given in Table

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-

5.21. For the properties of straw see Chapter 3.6.

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

Mengen sind in Table 5.21 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Table 5.21: Weaners, N inputs with straw in German weaner houses

Animal house type		straw input ^a kg pl ⁻¹ d ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ d ⁻¹
tied systems	all systems	0.20	0.17	0.86·10 ⁻³	0.43·10 ⁻³
loose housing	all systems	0.15	0.13	0.65·10 ⁻³	0.32·10 ⁻³

^a Source: KTBL (2006a), for details see Chapter 5.3.5.2

5.4.7.3 Frequency distribution of housing systems / Häufigkeitsverteilung der Stalltypen

The frequency distribution of housing, storage and application methods is the same as for fattening pigs (see Chapter 5.5.5.3).

Die Häufigkeit der Haltungsverfahren, der Lagerungsverfahren und der Ausbringungsverfahren entspricht der von Mastschweinen (siehe 5.5.5.3).

5.4.7.4 Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“

All emission factors used for housing relate to TAN. They are summarised in Table 5.22. As they originate in data for fattening pigs, they are discussed in Chapter 5.5.7.4.

Alle partiellen Emissionsfaktoren für die Haltung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 5.22 zusammengestellt. Da sie aus Mastschweine-Daten abgeleitet wurden, wird ihr Zustandekommen in Kapitel 5.5.7.4 erläutert.

Table 5.22: Weaners, partial emission factors for NH₃-N (adopted from fattening pig houses) (related to TAN)

			EF_{house} in kg kg ⁻¹ N
slurry based	insulated stables	fully slatted floors	0.3
		partly slatted floors	0.3
		slatted floor, large groups (“Großgruppe”)	0.25
		kennel house	0.2
straw based	closed insulated stables	deep litter	0.4
		non slatted plane floor	0.4
	free ventilated	kennel house	0.2
		deep litter	0.4

Source: Döhler et al., (2002), Dämmgen et al. (2010b)

5.4.7.5 Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

The partial emission factors for storage and application (spreading) are the same for all pig sub-categories (see Table 5.4 to Table 5.7).

Die partiellen Emissionsfaktoren für die Lagerung und Ausbringung sind für alle Schweine gleich (vgl. Table 5.4 bis Table 5.7).

5.4.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

5.4.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.3.5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen Kapitel 5.3.5.3 entnommen

5.4.8.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 5.23 (EMEP(2007) B1100).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 5.23 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

Table 5.23: Weaners, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10} kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for $PM_{2,5}$ kg pl ⁻¹ a ⁻¹
weaners	solid	n.a.	n.a.
	slurry	0.18	0.029

Source: EMEP(2007)-B1100-5

5.4.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.24: Weaners, related tables in the Tables volume

			From	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.10	
		CH ₄ manure management	EM1005.10	
		NM VOC	EM1005.41	
		NH ₃	EM1009.10	
		N ₂ O	EM1009.60	EM1009.62
		NO	EM1009.138	
		PM ₁₀	EM1010.10	
		PM _{2,5}	EM1010.30	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.11	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.10	
		CH ₄ manure management	IEF1005.10	
		NM VOC	IEF1005.39	
		NH ₃	IEF1009.09	
		N ₂ O	IEF1009.54	IEF1009.56
		NO	IEF1009.103	
		PM ₁₀	IEF1010.09	
		PM _{2,5}	IEF1010.27	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.18	AI1005PSH.34
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.28	EXCR.30

5.5 Fattening pigs / Mastschweine

Fattening pigs are all pigs in the final fattening stages, i.e. with weights above about 28 kg an⁻¹ till slaughtering (ca. 105 bis 120 kg an⁻¹ live weight).

According to the key source analysis performed for the year 2007 (NIR 2009), pigs do not represent a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a key source. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

Thus, all pig subcategories (with the exception of boars) are treated as if they were key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.25.

Als Mastschweine werden alle Schweine bezeichnet, die von Gewichten ab größenordnungsmäßig 28 kg an⁻¹ bis zur Schlachtreife (etwa 105 bis 120 kg an⁻¹) gehalten werden.

Nach der für 2007 durchgeführten Hauptquellengruppen-Analyse (NIR 2009) zählen Schweine nicht zu den Hauptquellenkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte Ammoniak-, NMVOC- und PM₁₀-Emissionen aus Schweine-Wirtschaftsdünger als Hauptquellengruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Alle Schweine-Unterkategorien (mit Ausnahme der Zuchteber) werden deshalb so behandelt, als wären sie Hauptquellengruppen.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.25 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.25: Fattening pigs, calculation procedures applied

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

5.5.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.5.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The animal numbers relevant for the inventory can be obtained from the statistical data available (StatLA C III 1 –vj 4) taking into account that the number of piglets of a weight greater than or equal to the officially given value of 20 kg has to be subtracted (Haenel et al, 2010a):

$$n_{fp} = n_N + n_O + n_P + n_Q - n_{\text{piglets} +} \quad (5.27)$$

where

n_{fp}	number of fattening pigs considered
n_N etc.	animal numbers of type N (etc.) in the German census (see Table 5.1)
$n_{\text{piglets} +}$	number of piglets exceeding the piglet number in the German census, see Chapter 5.4.1.1

Uncertainty of activity data

The basic assumption regarding the uncertainty of pig numbers applies also to fattening pigs: the uncer-

Die im Inventar zu verwendenden Tierzahlen können aus den statistisch verfügbaren Daten (StatLA C III 1 –vj 4) berechnet werden, wobei allerdings noch die Anzahl der Ferkel mit einem Gewicht größer oder gleich der offiziellen Tiergewichtsgrenze von 20 kg zu subtrahieren ist (Haenel et al, 2010a):

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die grundsätzliche Annahme zur Unsicherheit der Tierzahlen von Schweinen trifft auch für Mastschwei-

tainty is between 4 and 5 %. A normal distribution is assumed.

ne zu: Der Fehler der Tierzählung beträgt zwischen 4 und 5 %. Normalverteilung wird angenommen.

5.5.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

Table 5.26: Fattening pigs, weight at beginning of the fattening period (in kg an⁻¹)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	28	28	28	28	29	29	30	29	29.3		29.9		29.5		30	30	30.9	32.3	
BY	27	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29.4	29.6	29.8	28.3			30.4	30	
BB								27	27	27	27	27	27				28	28	
HE	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30				30		
MV								28	27	27	27	27	27				28.8	29	
NI	25.5	26	26	27	28	28.5	28.5	28.5	28.5	29	29	29	28.5	30	30	30	30		
NW	24	24	25	26	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29.1	30	
RP	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31	32	32.3	33.5		
SL	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31					
SN				28	27			28	28	28	27	27	27				28.8	29.8	
ST																			
SH	25	25	26	26	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29.5	29.8	30	
TH							28	27	28	28	28	27	27				28.0	28.5	27.5
StSt																			
Germany																			

Sources: ZDS, various years; LKV, (2003); LSZ (2007, 2008); SMUL (2008) ThMLNU (2002, 2009), Scholz & Zacharias (2008)

Table 5.27: Fattening pigs, final weight after fattening (live weight, in kg an⁻¹)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	106	106	106	109	110	110	112	112	113	114	113	114	116	117	118		119	119	
BY	105	106	106	108	109	111	111	113	114	115	114.4	114.9	116.0	116.3			118	118	
BB								115	113	114	113	115	114				115	115	
HE	107	106	109	112	111	114	114	113	116	116	116	117	119				121		
MV								113	113	115	115	116	117				117	117	
NI	109.5	110	110.5	112.5	116	116.5	117	117	118	117	116	116.5	117.5	118	118.5	118.6	119.7		
NW	109	111	112	114	115	117	118	119	119	118	118	119	120	120	120	119.8	119.8	120	
RP	106	107	107	107	109	110	111	113	114	115	114	114	117	117	118	118	119.1		
SL	106	107	107	107	109	110	111	113	114	115	114	114	117	117					
SN				116	109		111.3	113.4	114.4	113.9	114.6	114.5	115.0	116.2	115.7	115.7	116.4	116.8	
ST																			
SH	106	109	110	112	114	117	117	117	117	117	116	117	117	118	118	118.4	119	119	
TH							113	112	119	113	113	116	115				117	118	116
StSt																			
Germany																			

Sources: ZDS, various years; LKV (2003); LSZ (2007, 2008); MLUR-BB (2002); Segger (2005b); SLL (2004); SMUL (2002, 2008); ThMLNU (2002, 2009), Scholz & Zacharias (2008)

Table 5.28: Fattening pigs, weight gain during fattening (in g an⁻¹ d⁻¹)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW	627	627	623	634	638	632	641	643	660	670	671	681	684		688	679	688	701	
BY	653	656	651	649	653	656	658	664	672	685	684	695	699	697			705	705	
BB							620	647	647	652	654	671	675			689	704	709	
HE	651	650	641	647	665	657	661	645	665	675	683	695	695		702	704	715	721	
MV								656	656	677	676	683	689				749	749	
NI	647	645	648	656	651	653	671	672	685	693	704	711	702	696	700	717	724		
NW	638	637	641	650	658	664	671	687	704	716	722	728	716	720	721	729	728	724	
RP	643	648	643	627	645	646	647	656	665	688	707	707	683	693	707	694	721		
SL	643	648	643	627	645	646	647	656	665	688	707	707	683						
SN				607	621		627	647	668	680	699	697	709	716	711	729	749	766	
ST								676	684	686	681	687	671	687	704	724	721	735	734
SH	634	641	647	651	666	675	688	697	708	726	732	738	740	735	731	735	750	750	
TH							653	646	657	658	671	675	691				737	752	773
StSt																			
Germany		644	644				674	674				703	703						

Sources: ZDS, various years; HMULV (2005, 2006, 2007, 2008); LKV (2003), LKV-ST (2005, 2007, 2008); LSZ (2007, 2008); MLUR-BB (2002), MLUV-BB (2007, 2008); Segger (2005b); SLL (2004); SMUL (2002, 2008); ThMLNU (2002, 2009), Scholz & Zacharias (2008)

German statistics offer carcass weights for each year and each German federal state. Weights of weaners and fattening pigs at the beginning and the end the fattening period can be obtained from pig producers' associations and from the various Federal States (Table 5.26 to Table 5.28).

Data gap closure

The data concerning pig production collated in Table 5.26 to Table 5.28 exhibits a considerable number of gaps, in particular in the New Länder. These data sets cannot be closed using data sets derived from other sources, i.e. from slaughter statistics: it is not appropriate to use a constant conversion factor of $0,77 \text{ kg kg}^{-1}$. This is illustrated by Figure 5.3 where the data calculated according to Chapter 2.2.4.5 with $0,77 \text{ kg kg}^{-1}$ are displayed over those recorded by the producers.

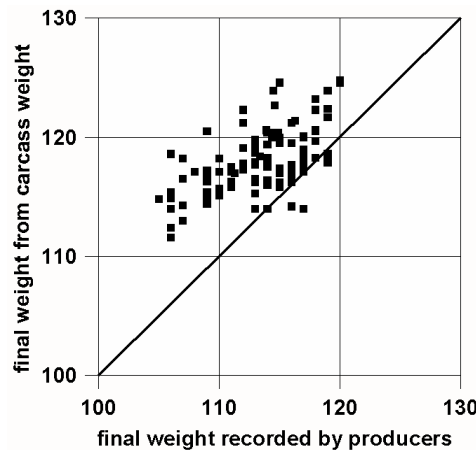


Figure 5.3: Fattening pigs, comparison of final live weights (calculation vs. producer data) (weights in kg an^{-1} ; for details see text)

In this inventory, the data provided by the producers' associations are used, as the data sets of weights and weight gains are consistent and unified. There is no need for subsequent conversions. If these data were not available, corresponding data provided by the Federal States in their annual agricultural reports were used.

Missing data at the end of a time series were replaced by the latest available data, respectively.

In the Federal States of Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen and Thüringen, conditions for pig production changed drastically in 1990. In 1990, slaughter weight of pigs in these new Länder exceeded those in the Old Länder by far; weight gains were considerably smaller. Since 1991, conditions can be compared to those typical for the Old Länder.

Die deutsche Schlachtstatistik gibt lediglich die Gewichte nach Schlachtung für jedes Bundesland und jedes Jahr. Gewichte für den Beginn und das Ende der Mastperiode für Mastschweine können von den Schweineproduzenten für verschiedene Bundesländer erhalten werden (Table 5.26 bis Table 5.28).

Schließen von Datenlücken

Die in Table 5.26 bis Table 5.28 zusammengestellten Daten zur Schweineproduktion enthalten erhebliche Lücken insbesondere bei den neuen Bundesländern. Diese Datensätze lassen sich nicht mit Gewichten aus der Schlachtstatistik kombinieren, da hier offenbar andere Tiere betrachtet wurden oder der konstante Umrechnungsfaktor ($0,77 \text{ kg kg}^{-1}$) unangemessen ist. Figure 5.3 illustriert dies durch Vergleich der nach Kapitel 2.2.4.5 mit $0,77 \text{ kg kg}^{-1}$ berechneten Werte mit den Angaben der Produzenten.

In diesem Inventar wurden die Annahmen der Züchterverbände verwendet, denn sie stellen aufeinander bezogen die Gewichte und die Gewichtszunahmen in einem einheitlichen Datensatz dar, der ohne Umrechnungen auskommt. Wenn diese Daten fehlten, wurden Daten aus Agrarberichten der Bundesländer genutzt.

Fehlende Daten am Ende der Datenreihe werden vorläufig durch Fortschreiben der jeweils letzten verfügbaren Werte ersetzt.

Die Schweinemast in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen änderte sich nach 1990 erheblich. Im Jahre 1990 waren die Tiergewichte in diesen Ländern deutlich höher als in den Alten Bundesländern, die Gewichtszunahmen deutlich geringer. Seit 1991 gelten jedoch Werte, wie die für die Alten Bundesländer typisch sind.

For the New Länder and 1990, 35 kg an⁻¹ was assumed as a standardised weight at the beginning of fattening, 115 kg an⁻¹ for the end. Typical weight gains were about 550 g an⁻¹ d⁻¹.

After 1991, the data sets for Hessen are used to replace missing values in the New Länder, until they published their own data (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

Missing data for Sachsen-Anhalt are replaced by those of Thüringen, as the agreement between carcass weights is best. The occasional data for Sachsen-Anhalt originate from Iden experimental farm and are not representative of the situation in the whole Federal State.

Für die Neuen Länder und 1990 wurden einheitlich 35 kg an⁻¹ für den Anfang der Mast und 115 kg an⁻¹ für das Ende der Mast angenommen. Die Gewichtszunahme lag bei 550 g an⁻¹ d⁻¹.

Von 1991 an bis zur Verfügbarkeit eigener Werte werden die Daten für Hessen für alle Neuen Bundesländer übernommen. (Expertenurteil Schnabel, Rönsch, Bodenstein)

Fehlende Daten für Sachsen-Anhalt werden durch Daten aus Thüringen ersetzt, da hier die Übereinstimmung der Schlachtkörpergewichte am größten ist. Vereinzelt Daten aus Sachsen-Anhalt stammen aus dem Musterbetrieb Iden und werden als nicht repräsentativ angesehen.

5.5.2 Energy requirements / Energiebedarf

The energy requirements of fattening pigs are calculated according to the recommendations in GfE (2006), cf. Haenel et al. (2010a). These recommendations refer to animal weights from 30 kg an⁻¹ to 100 kg an⁻¹, but are used in the inventory for all fattening pigs.

Metabolic energy (ME) requirements comprise the requirements for both maintenance and growth:

Der Energiebedarf von Mastschweinen wird nach den Empfehlungen in GfE (2006) berechnet, vgl. Haenel et al. (2010a). Die Angaben in GfE (2006) gelten für Tiergewichte von 30 kg an⁻¹ bis 100 kg an⁻¹ werden im Inventar aber für alle Mastschweine verwendet.

Der Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) umfasst den Bedarf für Erhaltung und Zuwachs:

$$\Sigma ME = \sum_{j=1}^{k_{\text{fin}}} \tau_{\text{day}} \cdot ME_{m,j} + \sum_{j=1}^{k_{\text{fin}}} \tau_{\text{day}} \cdot ME_{g,j} \quad (5.28)$$

where

ΣME	total metabolizable energy for the fattening-period (in MJ an ⁻¹ ro ⁻¹ ME)
τ_{day}	unit time period ($\tau_{\text{day}} = 1 \text{ d ro}^{-1}$)
ME_j	total metabolizable energy requirements for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
j	index of day
k_{fin}	number of final day of fattening period
$\sum \tau_{\text{day}} \cdot ME_{m,j}$	fattening-period total of $ME_{m,j}$ (in MJ an ⁻¹ ro ⁻¹ ME)
$ME_{m,j}$	metabolizable energy required for maintenance for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$\sum \tau_{\text{day}} \cdot ME_{g,j}$	fattening-period total of $ME_{g,j}$ (in MJ an ⁻¹ ro ⁻¹ ME)
$ME_{g,j}$	metabolizable energy required for growth for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)

The maintenance energy is given by:

Für die Erhaltungsenergie gilt:

$$ME_{m,j} = \eta_{ME,m} \cdot w_{\text{unit}} \cdot \left(\frac{w_j}{w_{\text{unit}}} \right)^{0.75} \quad (5.29)$$

where

$ME_{m,j}$	metabolisable energy required for maintenance for day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME,m}$	specific metabolisable energy required for maintenance (in MJ kg ⁻¹ d ⁻¹ , see below)
w_j	live weight on day j (in kg an ⁻¹)
w_{unit}	unit weight ($w_{\text{unit}} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)

According to GfE (2006), pg. 23, the specific energy for maintenance is given by:

Die spezifische Erhaltungsenergie ist nach GfE (2006), S. 23, gegeben durch:

$$\eta_{ME, m} = \eta_{ME, m, n} \cdot \left[a_m - b_m \cdot \frac{w_j - w_n}{w_x - w_n} \right] \quad (5.30)$$

where

$\eta_{ME, m}$	specific metabolisable energy required for maintenance (in MJ kg ⁻¹ d ⁻¹)
$\eta_{ME, m, n}$	reference value of specific metabolisable energy for maintenance ($\eta_{ME, m, n} = 0.44$ MJ kg ⁻¹ d ⁻¹ , GfE, 2006, pg. 23))
a_m	constant ($a_m = 1.25$ MJ MJ ⁻¹)
b_m	constant ($b_m = 0.25$ MJ MJ ⁻¹)
w_j	live weight on day j (in kg an ⁻¹)
w_n	lower threshold of animal weight (in kg an ⁻¹ , see below)
w_x	upper threshold of animal weight (in kg an ⁻¹ , see below)

GfE (2006) uses $w_n = 30$ kg an⁻¹ und $w_x = 100$ kg an⁻¹. Due to variable weight differences, this inventory makes the following assumptions: the start weight is taken to be w_n , the final weight to be w_x . At present, final weights are above 100 kg an⁻¹. Hence, the assumptions will result in slightly larger specific energies for maintenance with higher animal weights.

The energy required for growth is calculated according to:

$$ME_{g, j} = \eta_{ME, g, j} \cdot \left(\frac{\Delta w}{\Delta t} \right)_j \quad (5.31)$$

where

$ME_{g, j}$	metabolizable energy required for daily growth on day j (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
j	index of day
$\eta_{ME, g, j}$	specific metabolizable energy required for growth on day j (in MJ kg ⁻¹ ME, see below)
$(\Delta w/\Delta t)_j$	daily weight gain per animal and day j (in kg an ⁻¹ d ⁻¹)

The specific energy requirements for growth, $\eta_{ME, g, i}$, is a function of protein and fat gain, which means it is a function of life time:

$$\eta_{ME, g, j} = \frac{\alpha_p}{k_p} \cdot P_j + \frac{\alpha_f}{k_f} \cdot F_j \quad (5.32)$$

where

$\eta_{ME, g, j}$	day-dependent specific metabolizable energy required for growth (in MJ kg ⁻¹ ME)
j	index of day
α_p	coefficient ($\alpha_p = 23.8$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 32)
α_f	coefficient ($\alpha_f = 39.7$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 33)
k_p	coefficient ($k_p = 0.56$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2006, pg. 33)
k_f	coefficient ($k_f = 0.74$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2006, pg. 33)
P_j	day-dependent ratio of protein gain to weight gain (in kg kg ⁻¹ , see below)
F_j	day-dependent ratio of fat gain to weight gain (in kg kg ⁻¹ , see below)

The relative protein gain P can be obtained by differentiation of Equation 8 in GfE (2006), pg. 30, with respect to animal weight.

$$P_j = a_p - b_p \cdot w_j \quad (5.33)$$

where

P_j	day-dependent ratio of protein gain to weight gain (in kg kg ⁻¹ , see below)
-------	---

GfE (2006) verwendet $w_n = 30$ kg an⁻¹ und $w_x = 100$ kg an⁻¹. Wegen variabler Tiergewicht-Spannen wird im Inventar stattdessen näherungsweise das Startgewicht für w_n und das Endgewicht für w_x eingesetzt. Da das Endgewicht heutzutage höher als 100 kg an⁻¹ ist, ergibt sich dadurch eine geringfügige Überschätzung der spezifischen Erhaltungsenergie bei höheren Tiergewichten.

Die für Zuwachs benötigte Energie wird wie folgt berechnet:

Der spezifische Energiebedarf für Zuwachs, $\eta_{ME, g, i}$, ist von Protein- und Fettzunahme und damit von der Lebenszeit abhängig:

Die relative Proteinzunahme P erhält man durch Differenzieren von Gleichung 8 in GfE (2006), S. 30, nach dem Tiergewicht:

j	index of day
a_p	constant ($a_p = 0.168 \text{ kg kg}^{-1}$)
b_p	constant ($b_p = 2 \cdot 0.0914 \text{ kg}^{-1} \text{ an}$)
w_j	live weight on day j (in kg an^{-1})

Differentiation of Equation 9 in GfE (2006), pg. 30 with respect to animal weight and the introduction of a reduction factor 0.94 kg kg^{-1} (GfE, 2006, pp. 28 and 31) yields the relative fat gain F :

$$F_j = a_F \cdot (b_F + c_F \cdot w_j) \quad (5.34)$$

where

F_j	day-dependent ratio of fat gain to weight gain (in kg kg^{-1})
j	index of day
a_F	constant ($a_F = 0.94 \text{ kg kg}^{-1}$)
b_F	constant ($b_F = 0.1162 \text{ kg kg}^{-1}$)
c_F	constant ($c_F = 2 \cdot 0.001389 \text{ kg}^{-1} \text{ an}$)
w_j	live weight on day j (in kg an^{-1})

In order to simplify the evaluation of the summation equation given above for the total energy, a transformation into an integral equation seems adequate. A further advantage of this transformation is that it permits an energy calculation for different fattening phases separated by animal weights instead of time specifications. This is required for the assessment of the feed intake, see Chapter 5.5.3.

Like for the weaners (Chapter 5.4.2), the integration is performed under the assumption of a constant (i. e. mean) weight gain rate, cf. also Dämmgen et al. (2009a), pg. 178.

Integration then leads to a formula for the ME amount required for the growth between animal weights w_0 and w_1 :

$$\Sigma ME(w_0, w_1) = \frac{\eta_{ME, m, n}}{(\Delta w / \Delta t)^*} \cdot \left\{ \frac{a_m \cdot w_{unit}^2}{1.75} \cdot \left[\left(\frac{w_1}{w_{unit}} \right)^{1.75} - \left(\frac{w_0}{w_{unit}} \right)^{1.75} \right] - \frac{b_m \cdot w_{unit}^3}{2.75 \cdot (w_{fin} - w_{start})} \cdot \left[\left(\frac{w_1}{w_{unit}} \right)^{2.75} - \left(\frac{w_0}{w_{unit}} \right)^{2.75} \right] \right\} + \eta_{ME, g}^* \cdot (w_1 - w_0) \quad (5.35)$$

where

$\Sigma ME(w_0, w_1)$	ME required for the fattening phase between the weights w_0 and w_1 (in $\text{MJ an}^{-1} \text{ ME}$)
$\eta_{ME, m, n}$	reference value of specific metabolisable energy for maintenance ($\eta_{ME, m, n} = 0.44 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$, GfE, 2006, pg. 23)
$(\Delta w / \Delta t)^*$	mean weight gain during the entire fattening period (in $\text{kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
a_m	constant ($a_m = 1.25 \text{ MJ MJ}^{-1}$, GfE, 2006, pg. 23)
w_{unit}	unit weight ($w_{unit} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)
w_0, w_1	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_0 < w_1$ (in $\text{MJ an}^{-1} \text{ ME}$)
b_m	constant ($b_m = 0.25 \text{ MJ MJ}^{-1}$, GfE, 2006, pg. 23)
w_{fin}	animal weight at the end of the entire fattening period (in kg an^{-1})
w_{start}	animal weight at the beginning of the entire fattening period (in kg an^{-1})

and

Differentiation von Gleichung 9 in GfE (2006), S. 30, nach dem Tiergewicht sowie die Berücksichtigung eines Reduktionsfaktors von $0,94 \text{ kg kg}^{-1}$ (GfE, 2006, S. 28 und 31) ergibt die relative Fettzunahme F :

Um die Auswertung der Summengleichung für die Gesamtenergie zu vereinfachen, bietet sich die Transformation in eine Integralgleichung an. Als weiterer Vorteil dieses Vorgehens wird eine Energieberechnung für einzelne Mastphasen möglich, deren Grenzen nicht durch Zeitangaben, sondern durch Tiergewichte definiert werden. Letzteres wird zur Ermittlung der Futteraufnahme benötigt, s. Kapitel 5.5.3.

Wie bei den Aufzuchtferkeln (Kapitel 5.4.2) erfolgt die Integration unter der Annahme einer konstanten (d. h. mittleren) täglichen Wachstumsrate, vgl. auch Dämmgen et al. (2009a), S. 178.

Unter dieser Voraussetzung ergibt sich eine Formel für den Bedarf an ME, der benötigt wird, um von einem Gewicht w_0 zu einem Gewicht w_1 zu gelangen:

$$\eta_{ME, g}^* = \frac{\alpha_p}{k_p} \cdot \left(a_p - b_p \cdot \frac{w_0 + w_1}{2} \right) + \frac{\alpha_f}{k_f} \cdot a_F \cdot \left(b_F + c_F \cdot \frac{w_0 + w_1}{2} \right) \quad (5.36)$$

where

$\eta_{ME, g}^*$	mean specific metabolizable energy required for growth (in MJ kg ⁻¹ ME)
α_p	coefficient ($\alpha_p = 23.8$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 32)
k_p	coefficient ($k_p = 0.7$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2006, pg. 33)
a_p	constant ($a_p = 0.168$ kg kg ⁻¹ , see above)
b_p	constant ($b_p = 2 \cdot 0.0914$ kg ⁻¹ an, see above)
w_0, w_1	animal weights limiting a special fattening phase, with $w_0 < w_1$ (in MJ an ⁻¹ ME)
α_f	coefficient ($\alpha_f = 39.7$ MJ kg ⁻¹ ME, see GfE, 2006, pg. 33)
k_f	coefficient ($k_f = 0.7$ MJ MJ ⁻¹ , see GfE, 2000, pg. 33)
a_F	constant ($a_F = 0.94$ kg kg ⁻¹ , see above)
b_F	constant ($b_F = 0.1162$ kg kg ⁻¹ , see above)
c_F	constant ($c_F = 2 \cdot 0.001389$ kg ⁻¹ an, see above)

5.5.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Fattening pigs may receive a feed reduced in protein (RAM feed¹⁵). The fraction of pigs fed with RAM feed is considered for some regions:

The use of RAM feed is based on contracts between the feed producers and the pig producers which limits them to upper limits of XP contents in the feed. Such contracts have been agreed upon since 1990 in the following districts: Delmenhorst, Oldenburg, Osnabrück, Ammerland, Aurich, Cloppenburg, Emsland, Friesland, Grafschaft Bentheim, Oldenburg, Osnabrück and Vechta.

Until 2004, the number of farms involved has been increasing steadily. Based on an expert judgement provided by the Chamber of Agriculture Lower Saxony (Dr. Bohnenkemper, Oldenburg), the inventory makes use of RAM feeding frequencies as shown in Table 5.29. From 2004 on a constant frequency of 70 % is assumed.

Mastschweine können protein-reduziert gefüttert werden (RAM-Futter¹⁵). Der Anteil dieser Schweine, wird regional berücksichtigt:

Die Verwendung von RAM-Futter beruht auf Verträgen zwischen Schweine-Produzenten und Futterherstellern und legt Obergrenzen von XP-Gehalten im Futter fest. Die Verträge wurden seit 1990 in den Kreisen Delmenhorst, Oldenburg, Osnabrück, Ammerland, Aurich, Cloppenburg, Emsland, Friesland, Grafschaft Bentheim, Oldenburg, Osnabrück und Vechta wirksam.

Dabei nahm die Zahl der beteiligten Betriebe zum Jahre 2004 stetig zu. Basierend auf der Expertenschätzung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Dr. Bohnenkemper, Oldenburg) werden die Table 5.29 angegebenen Häufigkeiten des RAM-Futter-Einsatzes angesetzt, wobei ab 2004 konstant 70 % angenommen werden.

Table 5.29: Fattening pigs, percentage of animals RAM fed in the districts in Lower Saxony

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
0.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0

Source: private communication Bohnenkemper (LWK Niedersachsen)

Typical diet composition data are listed in Table 5.30.

The daily intake of feed and gross energy (GE_{fp}) is calculated by analogy to the method described in Chapter 5.3.3.

Typische Futterzusammensetzungen sind in Table 5.30 wiedergegeben.

Die tägliche Futtermenge sowie die damit aufgenommene tägliche Gesamtenergie GE_{fp} wird sinngemäß wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben berechnet.

¹⁵ RAM: Fattening with reduced input of crude protein / Rohprotein-angepasste Mast (RAM)

Table 5.30: Fattening pigs, diets used, related energies, and nitrogen contents.

(X_{DE}: digestibility, X_{ME}: metabolisability, η_{ME}: content of metabolisable energy, x_N: N content feed)

Feed type	Weight range in kg an ⁻¹	Major components	X _{DE} ^a in MJ MJ ⁻¹	X _{ME} ^a in MJ MJ ⁻¹	η _{ME} ^a MJ kg ⁻¹ ME	x _N in kg kg ⁻¹
fatteners A	30 to 60	wheat, rye, wheat gluten meal,	0.8307	0.8170	13.4	0.0280 ^a
fatteners B	60 to 120	soybean meal, triticale, rapeseed meal	0.8119	0.7907	13.0	0.0275 ^a
fatteners A, N reduced	30 to 60	wheat, rye, triticale, wheat glu- ten meal, peas, soybean meal,	0.8307	0.8170	13.4	0.0272 ^b
fatteners B, N reduced	60 to 120	rapeseed meal	0.8119	0.7907	13.0	0.0227 ^c

^a Source: Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy and protein/nitrogen contents according to Beyer et al. (2004) and LfL (2004c).^b x_N for N reduced feed: calculated as 97.2 % from x_N for normal feed (based on the 97.2 % relation which can be deduced from the data given in DLG (2005), pg. 41).^c x_N for N reduced feed: calculated as 82.4 % from x_N for normal feed (based on the 82.4 % relation which can be deduced from the data given in DLG (2005), pg. 41).

5.5.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{CH_4, \text{ent, fp}} = \frac{GE_{fp} \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (5.37)$$

where

EF _{CH₄, ent, fp}	emission factor for fattening pigs (in kg an ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE _{fp}	gross energy intake of fattening pigs (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹)
x _{CH₄}	methane conversion rate (x _{CH₄} = 0.006 MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor (α = 365 d a ⁻¹)
η _{CH₄}	energy content of methane (η _{CH₄} = 55.65 MJ kg ⁻¹ CH ₄)

also requires the methane conversion rate x_{CH₄}. The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ⁻¹ is given in IPCC(1996)-3-4.35. No data are provided in IPCC(2006).

wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH₄} benötigt. Der Wert von 0,006 MJ MJ⁻¹ ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen. In IPCC(2006) werden keine entsprechenden Daten angegeben.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A very detailed approach is used to describe fattening pigs, assessing feed intake, energy and nutrient intake, CH₄ from enteric fermentation as well as VS and N excretion rates based on as much national information as possible.

IPCC 2006 fails to give a methane conversion rate for pigs. This is felt to be inadequate. The IPCC 1996 approach is used instead.

Hence, the method applied will lead to increased methane emissions as compared to IPCC 2006.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Zur Beschreibung der Mastschweine wird ein sehr detaillierter Ansatz verwendet, in dem Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme ebenso berechnet werden wie CH₄-Emissionen aus der Verdauung, VS- und N-Ausscheidungen. Das Verfahren benutzt so viele nationale Informationen wie möglich.

IPCC 2006 gibt für Schweine keine Methan-Umwandlungsrate an. Dies erscheint unangemessen. Deswegen wird auf IPCC 1996 zurückgegriffen.

Die verwendete Methode führt zu Methan-Emissionen, die größer sind als die nach IPCC 2006 berechneten.

Uncertainty of emission factors

The uncertainties of the weights and weight gains used to derive emission factors are hitherto unknown.

GfE (2006) does not mention uncertainties of their energy balance calculations.

The deviation of feeding practices in reality from the standard assumptions used in the calculations is unknown.

The details describing the uncertainty of emission factors for weaners (Chapter 5.4.4) apply also to fattening pigs.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die die Rechnungen bestimmenden tabellierten Gewichte und Gewichtszunahmen sind keine Unsicherheiten bekannt.

GfE (2006) macht keine Angaben zur Unsicherheit der Energiebedarfsrechnungen.

Die Abweichungen der tatsächlichen Fütterung von den zur Berechnung verwendeten Standardannahmen sind nicht bekannt.

Die Aussagen zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren bei Aufzuchtferkeln (Kapitel 5.4.4) gelten für Mastschweine sinngemäß.

5.5.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

A Tier-3 approach is used to treat CH₄ emissions from manure management of dairy cows (cf. Chapter 3.4.3.4).

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-3-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.4.

5.5.5.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The amounts of VS excreted are calculated according to the data provided in Chapter 3.4.1, taking initial and final weights, performance (mean weight gain) as well as feed composition into account. The ash content is taken to be 0.02 kg kg⁻¹.

Die Mengen aus ausgeschiedenen VS werden nach Kapitel 3.4.1 über Anfangs- und Endgewicht und Leistung (mittlere Gewichtszunahme) sowie die Fütterung berechnet. Der Aschegehalt wird mit 0,02 kg kg⁻¹ angesetzt.

5.5.5.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

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

The frequency distribution of manure management systems is calculated by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Für Mastschweine werden die Haltungsverfahren mit RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet.

5.5.5.4 Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors *MCF* and maximum methane producing capacity *B₀* are listed in Table 5.31. (As the inventory assumes pasture/range not to occur, no respective MCF is given in Table 5.13.)

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität (*B₀*) und die Methan-Umwandlungsfaktoren gehen aus Table 5.31 hervor. (Keine Angabe für „pasture/ range“, da das Inventar reine Stallhaltung annimmt.

Table 5.31: Fattening pigs, maximum methane producing capacity and methane conversion factors as used in the German inventory

maximum methane producing capacity <i>B₀</i>	0.48	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
<i>MCF</i> liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg ⁻¹
<i>MCF</i> solid storage	0.02	kg kg ⁻¹

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet. The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

5.5.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.5.

5.5.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

5.5.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

The amount of N taken in with feeds is calculated for typical diet composition and rations in accordance with performance data. The amount of N retained is subtracted; the N content of the pigs' body is 0.0256 kg kg⁻¹ (LfL, 2004a).

Normal diet and N and P reduced diet (so-called RAM diet) are differentiated.

$$m_{\text{excr}} = \left\{ \begin{array}{l} [(m_{\text{feed } 11} \cdot x_{\text{feed } 11} + m_{\text{feed } 21} \cdot x_{\text{feed } 21}) \cdot (1 - x_{\text{RAM}}) + (m_{\text{feed } 12} \cdot x_{\text{feed } 12} + m_{\text{feed } 22} \cdot x_{\text{feed } 22}) \cdot x_{\text{RAM}}] \\ - \Delta w \cdot x_{\text{N}} \end{array} \right\} \cdot n_{\text{round}} \quad (5.38)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$m_{\text{feed } 11}$	amount of feed 11 taken in (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$x_{\text{feed } 11}$	nitrogen content of feed 11 (in kg kg ⁻¹ N)
x_{RAM}	share of pigs RAM fed (in pl pl ⁻¹)
Δw	total weight gain during fattening (in kg an ⁻¹)
x_{N}	nitrogen content of whole pig ($x_{\text{N}} = 0.0256$ kg kg ⁻¹ N)
n_{round}	number of animal rounds (in cy = an pl ⁻¹ a ⁻¹)
feed 11	feed in phase 1, no RAM
feed 21	feed in phase 2, no RAM
feed 12	feed in phase 1, RAM
feed 22	feed in phase 2, RAM

Typical N excretions are between 16.0 kg pl⁻¹ a⁻¹ N and 16.5 kg pl⁻¹ a⁻¹ N for normal feed and between 13 kg pl⁻¹ a⁻¹ N and 13.5 kg pl⁻¹ a⁻¹ N for protein reduced feed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung von Stufe-2-Verfahren auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.5 angegeben.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lager-typen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird für typische Futterzusammensetzungen und -mengen leistungsbezogen berechnet. Hiervon wird die im Körper verbleibende N-Menge abgezogen (N-Gehalt des Gesamtkörpers 0,0256 kg kg⁻¹; LfL, 2004a).

Es wird zwischen normaler und N- und P-reduzierter Fütterung (RAM-Futter) unterschieden.

Typische N-Ausscheidungen bewegen sich zwischen 16 kg pl⁻¹ a⁻¹ N und 16,5 kg pl⁻¹ a⁻¹ N für normale Fütterung und zwischen 13 kg pl⁻¹ a⁻¹ N und 13 kg pl⁻¹ a⁻¹ N bei N-reduzierter Fütterung.

The TAN content varies with the feed composition. More than 70 % of the N excreted is ammoniacal N (TAN), which is somewhat higher than the value of 66 % given by Döhler et al. (2002).

Die TAN-Gehalte der Ausscheidungen sind in Abhängigkeit von der Futter-Zusammensetzung variabel. Sie liegen über 70 % und damit höher als der von Döhler et al. (2002) angegebene Wert von 66 %.

5.5.7.2 Nitrogen inputs with straw / Stickstoff-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. The N amounts are given in Table 5.32. For the properties of straw see Chapter 3.6.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Die eingetragenen N-Mengen sind in Table 5.32 angegeben. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

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

Table 5.32: Fattening pigs, N inputs with straw in German fattening pig houses

Animal house type		straw input ^d kg pl ⁻¹ d ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ d ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ d ⁻¹
closed insulated stables	non slatted plane floor	0.6 ^a	0.52	2.58·10 ⁻³	1.29·10 ⁻³
free ventilated	kennel house	0.2 ^b	0.17	0.86·10 ⁻³	0.43·10 ⁻³
	deep litter	1.0 ^c	0.86	4.30·10 ⁻³	2.15·10 ⁻³

^a Source: KTBL (2006 a), pg. 421

^b Source: KTBL (2006 a), pg. 437

^c Source: KTBL (2006 a), pg. 441

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

The frequency distribution of manure management systems is calculated by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Für Mastschweine werden die Haltungsverfahren mit RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet.

5.5.7.4 Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“

All emission factors used for housing relate to TAN. They are summarised in Table 5.33.

Alle partiellen Emissionsfaktoren für die Haltung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Table 5.33. zusammengestellt.

Table 5.33: Fattening pigs, partial emission factors for NH₃-N from housing (related to TAN)

			EF_{house} in kg kg ⁻¹ N
slurry based	insulated stables	fully slatted floors	0.3
		partly slatted floors	0.3
		slatted floor, large groups (“Großgruppe”)	0.25
		kennel house	0.2
straw based	closed insulated stables	deep litter	0.4
		non slatted plane floor	0.4
	free ventilated	kennel house	0.2
		deep litter	0.4

Source: Döhler et al., (2002), Dämmgen et al. (2010b)

5.5.7.5 Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

The frequency distributions of housing systems, storage systems for slurry, solid manure and leachate

Die Häufigkeitsverteilungen der Stallsysteme und der Lagersysteme (Gülle, Festmist und Jauche) wur-

(“Jauche”) were considered as well as the application techniques and time before incorporation.

The partial emission factors for storage and application (spreading) are the same for all pig sub-categories (see Table 5.4 to Table 5.7).

Uncertainty of emission factors

The assumption of EMEP (2007)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃ is also valid for fattening pigs.

As for dairy cattle, N₂O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

5.5.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

5.5.8.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.3.5.3.

5.5.8.2 Emissionfactors / Emissionsfaktoren

Table 5.34: Fattening pigs, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Fatteners	solid	0.50	0.081
	slurry	0.42	0.069

Source: EMEP(2007)-B1100-5

5.5.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.35: Fattening pigs, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.11	
		CH ₄ manure management	EM1005.11	
		NM VOC	EM1005.42	
		NH ₃	EM1009.11	
		N ₂ O	EM1009.63	EM1009.65
		NO	EM1009.139	
		PM ₁₀	EM1010.11	
		PM _{2.5}	EM1010.31	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.12	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.11	
		CH ₄ manure management	IEF1005.11	
		NM VOC	IEF1005.40	
		NH ₃	IEF1009.10	
		N ₂ O	IEF1009.57	IEF1009.59
		NO	IEF1009.104	
		PM ₁₀	IEF1010.10	
		PM _{2.5}	IEF1010.28	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.35	AI1005PSH.51
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.31	EXCR.32

den ebenso berücksichtigt wie die Ausbringungstechniken und die Zeiten bis zur Einarbeitung.

Die partiellen Emissionsfaktoren für die Lagerung und Ausbringung sind für alle Schweine gleich (vgl. Table 5.4 bis Table 5.7).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Auch für Mastschweine gilt nach EMEP (2007)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH₃ die Größenordnung von 30 % hat.

Für N₂O und NO wird wie bei Milchkühen eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 5.3.5.3 entnommen

5.6 Boars (mature males) / Eber

Boars (mature males) form an own subcategory in the German census.

According to the key source analysis performed for the year 2007 (NIR 2009), pigs do not represent a key source.

CEIP/EEA (2008) classified ammonia as well as NMVOC and PM₁₀ emissions from pig manure as a key source. A Tier 2 treatment of emissions of nitrogen species presupposes a Tier 2 treatment of energy and carbon flows.

Thus, all pig subcategories (with the exception of boars) are treated as if they were key sources.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 5.36.

Zuchteber sind alle als solche in der Statistik bezeichneten männlichen Schweine.

Nach der für 2007 durchgeführten Hauptquellgruppen-Analyse (NIR 2009) zählen Schweine nicht zu den Hauptquellkategorien.

CEIP/EEA (2008) klassifizierte Ammoniak-, NMVOC- und PM₁₀-Emissionen aus Schweine-Wirtschaftsdünger als Hauptquellgruppen. Die Behandlung der Emissionen von N-Spezies nach Stufe 2 setzt die Behandlung von Energie- und Kohlenstoff-Flüssen nach Stufe 2 voraus.

Alle Schweine-Unterkategorien (mit Ausnahme der Zuchteber) werden deshalb so behandelt, als wären sie Hauptquellgruppen.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 5.36 zusammengestellten Verfahren.

Table 5.36: Boars, calculation procedures applied

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

5.6.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

5.6.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4). They can be used without any further Transformation.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4) und sind ohne Umrechnung verwendbar.

$$n_{bo} = n_V \quad (5.39)$$

where

n_{bo}	number of boars
n_V	animal numbers of type V in the German census (see Table 5.1)

Uncertainty of activity data

According to Dämmgen (2005), an uncertainty of 4 to 5 % is assumed for statistical data.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die statistischen Daten haben eine Unsicherheit von 4 bis 5 % (Dämmgen, 2005).

5.6.1.2 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

GfE (1987), pg. 68, assumes animal weights at the beginning of the use of breeding of 120 kg an⁻¹ and of 220 kg an⁻¹ (optimal upper weight limit) at the end of

Das Tiergewicht wird in GfE (1987), S. 68, mit 120 kg an⁻¹ (Beginn der Zuchtnutzung) bis 220 kg an⁻¹ (optimal einzuhaltende obere Gewichtsgrenze) ange-

the boars' useful life. In contrast, GfE (2006) quotes a range from 140 kg a⁻¹ to 180 kg a⁻¹.

This inventory makes use of a constant mean weight of 180 kg a⁻¹ to satisfy the simple approach made in Chapter 5.6.2.

5.6.2 Energy requirements / Energiebedarf

GfE (1987), pg 68, provides an estimate of mean requirements of metabolizable energy (ME) of 30 MJ a⁻¹ d⁻¹ ME. In contrast, GfE (2006) does not mention ME requirements. Instead, it states a protein gain of 18 % to 16 %, depending on the age of the animal. If one assumes a mean weight gain with protein of 17 % and a weight gain with fat of 25 % of the respective live weight (GfE, 2006, pg. 84), a mean weight gain of 650 g a⁻¹ d⁻¹ (see data in GfE, 2006, pp. 82 and 83), and a mean live weight of 180 kg a⁻¹ (see Chapter 5.6.1.2), daily requirements amount to 35 MJ a⁻¹ d⁻¹ ME. This value is used in the inventory.

geben. GfE (2006) nennt für das Aufstallungsgewicht einen Bereich von 140 kg a⁻¹ bis 180 kg a⁻¹.

Im Inventar wird mit einem konstanten mittleren Gewicht (180 kg a⁻¹) gerechnet, um dem einfachen Energiebedarfsansatz in Kapitel 5.6.2 zu entsprechen.

GfE (1987, S. 68) gibt einen mittleren Bedarf an umsetzbarer Energie (ME) von 30 MJ a⁻¹ d⁻¹ ME an. GfE (2006) macht keinerlei Angaben zum ME-Bedarf, nennt aber als Proteinansatz je nach Alter 18 % bis 16 % des Lebendgewichtes. Wird mit einem mittleren Proteinansatz von 17 % gerechnet, und ein Fettansatz von 25 % des Lebendgewichtes zugrunde gelegt (GfE, 2006, S. 84), ergibt sich für einen mittleren Zuwachs von 650 g a⁻¹ d⁻¹ (vgl. Daten in GfE, 2006, S. 82 und 83) und ein mittleres Lebendgewicht von 180 kg a⁻¹ (s. Kapitel 5.6.1.2) ein Tagesbedarf von 35 MJ a⁻¹ d⁻¹ ME. Dieser Wert wird im Inventar verwendet.

5.6.3 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Neither GfE (1987) nor GfE (2006) recommend specific feeds for boars. Thus, this inventory makes use of the feed fed to sows during Phase A (see Chapter 5.3.3). Table 5.37 contains the resulting data set.

Weder GfE (1987) noch GfE (2006) geben spezielle Ernährungsempfehlungen für Eber an. Das Inventar geht deshalb von Futterzusammensetzung für Sauen in der Phase A aus (s. Kapitel 5.3.3). Table 5.37 zeigt die daraus folgenden Daten.

Table 5.37: Boars, diet used in the inventory (assumed identical to sow feed type A, see Table 5.12)

(X_{DE}: digestibility, X_{ME}: metabolisability, η_{ME}: content of metabolisable energy, x_N: N content of normal feed)

major components	X _{DE} in MJ MJ ⁻¹	X _{ME} in MJ MJ ⁻¹	η _{ME} in MJ kg ⁻¹ ME	x _N in kg kg ⁻¹
wheat bran, wheat, barley, triticale, peas, soybean meal	0.8295	0.7962	13.0	0.0283

The daily intake of feed and gross energy is calculated by analogy to the method described in Chapter 5.3.3. The daily feed intake is 2,7 kg a⁻¹ d⁻¹, the daily gross energy intake amounts to GE_{bo} = 44 MJ a⁻¹ d⁻¹.

Die tägliche Futtermenge sowie die damit aufgenommene tägliche Gesamtenergie GE_{bo} wird sinngemäß wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben berechnet. Die tägliche Futteraufnahme liegt bei 2,7 kg a⁻¹ d⁻¹, die tägliche GE-Aufnahme GE_{bo} bei 44 MJ a⁻¹ d⁻¹.

5.6.4 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The assessment of the emission factor according to

Für die Berechnung des Emissionsfaktors gemäß

$$EF_{CH_4, \text{ent, bo}} = \frac{GE_{bo} \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (5.40)$$

where

EF _{CH₄, ent, bo}	emission factor for boars (in kg a ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
GE _{bo}	daily gross energy intake of boars (in MJ a ⁻¹ d ⁻¹)
x _{CH₄}	methane conversion rate (x _{CH₄} = 0.006 MJ MJ ⁻¹)
α	time units conversion factor (α = 365 d a ⁻¹)
η _{CH₄}	energy content of methane (η _{CH₄} = 55.65 MJ kg ⁻¹ CH ₄)

(see Chapter 3.3.2) also requires the methane conversion rate x_{CH_4} . The value for pigs in developed countries of 0.006 MJ MJ^{-1} is given in IPCC(1996)-3-4.35.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A comparatively detailed approach is used to describe boars, assessing feed intake, energy and nutrient intake, CH_4 from enteric fermentation as well as VS and N excretion rates based on as much national information as possible.

IPCC 2006 fails to give a methane conversion rate for pigs. This is felt to be inadequate. The IPCC 1996 approach is used instead.

Hence, the method applied will lead to increased overall methane emissions as compared to IPCC 2006.

Uncertainty of emission factors

The uncertainties of the weights and weight gains used to derive emission factors are hitherto unknown.

GfE (2006) does not mention uncertainties of their energy balance calculations.

The deviation of feeding practices in reality from the standard assumptions used in the calculations is unknown.

The uncertainty of the emission factor for methane from enteric fermentation (EF CH_4 , ent) is discussed in IPCC(2006)-10.33. Accordingly, an emission factor uncertainty of 20 % applies. The uncertainty is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

5.6.5 Methane from manure management / Methan aus dem Wirtschaftdüngermanagement

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, see Chapter 3.4.3.3.

5.6.5.1 VS excretions / VS-Ausscheidungen

The amounts of VS are calculated according to Chapter 3.4.1. The ash content is assumed to be 0.02 kg kg^{-1} . The VS excretions amount to $145.3 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

5.6.5.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH_4 emissions from straw in systems with bedding..

(s. Kapitel 3.3.2) wird der Methan-Umwandlungsfaktor x_{CH_4} benötigt. Der Wert von 0.006 MJ MJ^{-1} ist IPCC(1996)-3-4.35 (Schweine, entwickelte Staaten) entnommen.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Zur Beschreibung der Eber wird ein recht detaillierter Ansatz verwendet, in dem Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme ebenso berechnet werden wie CH_4 -Emissionen aus der Verdauung, VS- und N-Ausscheidungen. Das Verfahren benutzt so viel nationale Informationen wie möglich.

IPCC 2006 gibt für Schweine keine Methan-Umwandlungsrate an. Dies erscheint unangemessen. Deswegen wird auf IPCC 1996 zurückgegriffen.

Die Anwendung dieser Methode führt im Gegensatz zu IPCC 2006 zu insgesamt erhöhten Methan-Emissionen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die die Rechnungen bestimmenden tabellierten Gewichte und Gewichtszunahmen sind keine Unsicherheiten bekannt.

GfE (2006) macht keine Angaben zur Unsicherheit der Energiebedarfsrechnungen.

Die Abweichungen der tatsächlichen Fütterung von den zur Berechnung verwendeten Standardannahmen sind nicht bekannt.

Die Unsicherheit des Emissionsfaktors für Methan aus der Verdauung (EF CH_4 , ent) wird in IPCC(2006)-10.33 diskutiert. Demnach wird eine Unsicherheit von 20 % angesetzt. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Zur Bestimmung der CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.3.

Die Mengen aus ausgeschiedenen VS werden nach Kapitel 3.4.1 berechnet. Der Aschegehalt wird mit $0,02 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt. Die VS-Ausscheidungen belaufen sich auf $145,3 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

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

For boars the distributions of housing and manure management systems are assumed to be the same like for sows. They are calculated by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Für Eber werden die gleichen Haltungsverfahren wie für Sauen angenommen. Diese werden mit RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet.

5.6.5.4 Maximum methane producing capacity and methane conversion factors / Maximale Methan-Freisetzungskapazität und Methan-Umwandlungsfaktoren

Methane conversion factors *MCF* and maximum methane producing capacity B_0 are listed in Table 5.38. (As the inventory assumes pasture/range not to occur, no respective *MCF* is given in Table 5.13.)

Die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* und die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_0 sind in Table 5.38 gegeben. (Keine Angabe für „pasture/range“, da das Inventar reine Stallhaltung annimmt.)

Table 5.38: Boars, maximum methane producing capacity and methane conversion factors as used for boars in the German inventory

maximum methane producing capacity B_0	0.45	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$
<i>MCF</i> liquid/slurry without natural crust	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg^{-1}
<i>MCF</i> solid storage	0.02	kg kg^{-1}
<i>MCF</i> deep litter	temperature dependent, 0.17 to 0.25	kg kg^{-1}

Source: IPCC(2006)-10.80 f and 10.44 ff

Uncertainty of emission factors

IPCC(2006)-10.48 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. The data base for boars is worse than for other pigs. However, due to the small animal numbers, the overall uncertainty is not affected. German data do not exist yet.

The inventory assumes an uncertainty of 20 % (standard deviation of a normal distribution).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schätzt die Unsicherheit eines Stufe-2-Verfahrens auf 20 %. Die Datenbasis für Eber ist schlechter als die für die anderen Schweine; die Unsicherheiten sind insgesamt jedoch wegen der geringen Tierzahlen unbedeutend.

Das Inventar geht von einer Unsicherheit von 20 % aus (Standardabweichung einer Normalverteilung).

5.6.6 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

NMVOC emissions are calculated according to Chapter 5.2.5.

Die Berechnung erfolgt wie in Kapitel 5.2.5 angegeben.

5.6.7 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lager-typen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

5.6.7.1 N excretion / N-Ausscheidung

The excretion calculation yields a N excretion of 27.8 kg pl⁻¹ a⁻¹ N. TAN is calculated as well and amounts to ca. 83 %.

Uncertainty of emission factors

The assumption of EMEP (2007)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃ is also valid for boars.

N₂O and NO are assumed to have uncertainties of 30 % and 50 %, respectively.

5.6.7.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.5.3. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

The amount of straw is 0.5 kg pl⁻¹ d⁻¹ (see Chapter 5.6.5.2) or 2.2·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N (1.1·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN, respectively).

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

For boars the distributions of housing and manure management systems are assumed to be the same like for sows. They are calculated by RAUMIS (see Chapter 17.2).

5.6.7.4 Partial emission factors „housing“ / Partielle Emissionsfaktoren „Stall“

It is assumed that sows and boars are housed in similar houses (see Chapter 5.6.7.3). Hence, the partial emission factors for NH₃-N used for sow houses are also applied to describe boar houses.

Table 5.39: Boars, partial emission factors for NH₃-N from housing (related to TAN)

		EF_{house} in kg kg ⁻¹ N
slurry based	all systems	0.34
straw based	all systems	0.34

Source: see Table 5.14

5.6.7.5 Partial emission factors „storage“ and „spreading“ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“

The partial emission factors for storage and application (spreading) are the same for all pig sub-categories (see Table 5.4 to Table 5.7).

Die Berechnungen ergeben eine N-Ausscheidung von 27,8 kg pl⁻¹ a⁻¹ N. Der TAN-Gehalt wird ebenfalls berechnet und beläuft sich auf ca. 83 %.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Auch für Eber gilt nach EMEP (2007)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH₃ die Größenordnung von 30 % hat.

Für N₂O und NO wird eine Unsicherheit von 30 % bzw. 50 % angenommen.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagerens zu TAN mineralisieren.

Die Menge der Einstreu beträgt 0,5 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh (s. Kapitel 5.6.5.2) bzw. 2,2·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N (entsprechend 1,1·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN).

Für Eber werden die gleichen Haltungsverfahren wie für Sauen angenommen. Diese werden mit RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet.

Wegen der Annahme vergleichbarer Haltungsverfahren für Sauen und Eber (s. Kapitel 5.6.7.3) werden die partiellen Emissionsfaktoren für NH₃-N aus dem Stall von der Sauen-Haltung übernommen.

Die partiellen Emissionsfaktoren für die Lagerung und Ausbringung sind für alle Schweine gleich (vgl. Table 5.4 bis Table 5.7).

5.6.8 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

For boars, no specific emission factors have been reported. The emission factors for fattening pigs are used instead.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Eigene Emissionsfaktoren für Eber existieren nicht. Die Emissionsfaktoren für Mastschweine werden übernommen.

5.6.8.1 Emissions explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of slurry and solid manure systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 5.6.5.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 5.6.5.3 entnommen.

5.6.8.2 Emissionfactors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 5.40. (EMEP(2007) B1100)

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 5.40 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

Table 5.40: Boars, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2,5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
boars	solid	0.50	0.081
	slurry	0.42	0.069

Source: EMEP(2007)-B1100-5

5.6.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.41: Boars, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.12	
		CH ₄ manure management	EM1005.12	
		NM VOC	EM1005.43	
		NH ₃	EM1009.12	
		N ₂ O	EM1009.66	EM1009.68
		NO	EM1009.140	
		PM ₁₀	EM1010.12	
		PM _{2,5}	EM1010.32	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.13	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.12	
		CH ₄ manure management	IEF1005.12	
		NM VOC	IEF1005.41	
		NH ₃	IEF1009.11	
		N ₂ O	IEF1009.60	IEF1009.62
		NO	IEF1009.105	
		PM ₁₀	IEF1010.11	
		PM _{2,5}	IEF1010.29	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.52	AI1005PSH.67
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.34	EXCR.36

5.7 Pigs – collective description / Schweine – zusammenfassende Daten

For greenhouse gases, emissions have to be reported for pigs as a single category. The categories dealt with in this report are collated. The aggregated data sets are to be found in Chapter 0.

Für die Emissionsberichterstattung bei Treibhausgasen werden Schweine insgesamt als eine Kategorie betrachtet und derart zusammengefasst berichtet. Die so aggregierten Daten werden in Kapitel 0 zusammengestellt.

5.7.1 Activity numbers and animal weights / Tierzahlen und Tiergewichte

5.7.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The total number of pigs in the subcategories used in the inventory equals the sum of all pig numbers reported by the official statistics. Note, however, that in the inventory the sucking pigs are not considered separately but treated along with the sows. Hence, the tables volume contains two different tables to account for two different definitions of total pig number: “total number of pigs without sucking piglets”, and “total number of pigs according to German census” where the latter means the total number of pigs including sucking piglets. The animal numbers used in the inventory for sucking piglets, weaners, and fattening pigs are calculated.

Die Summe aller Schweine in den im Inventar verwendeten Unterkategorien entspricht der Gesamtzahl aller Schweine nach der amtlichen Tierzählung. Zu beachten ist aber, dass im Inventar die Saugferkel nicht gesondert betrachtet, sondern bei den Sauen mit berücksichtigt werden. Aus diesem Grunde werden als ergänzende Informationen im Tabellenteil des Emissionsberichtes sowohl eine „Gesamtzahl aller Schweine ohne Saugferkel“ als auch eine „Gesamtzahl aller Schweine nach amtlicher Statistik“ angegeben, wobei letzteres für die Gesamtzahl aller Schweine einschließlich Saugferkel steht. Die im Inventar verwendeten Zahlen für Saugferkel, Aufzuchtsschweine und Mastschweine werden berechnet.

$$n_{\text{pigs}} = n_{\text{so}} + n_{\text{sp}} + n_{\text{we}} + n_{\text{fp}} + n_{\text{bo}} = n_{\text{M}} + n_{\text{N}} + n_{\text{O}} + n_{\text{P}} + n_{\text{Q}} + n_{\text{R}} + n_{\text{S}} + n_{\text{T}} + n_{\text{U}} + n_{\text{V}} \quad (5.41)$$

where

n_{so}	number of sows used in this inventory, see Chapter 5.3.1
n_{sp}	numbers of sucking piglets as calculated for this inventory, see Chapter 5.3.2
n_{we}	number of weaners used in this inventory, see Chapter 5.4.1
n_{fp}	number of fattening pigs used in this inventory, see Chapter 5.5.1
n_{bo}	number of boars used in this inventory, see Chapter 5.6.1
n_{M} etc.	number of animals in census subcategory M, etc. (see Table 5.1)

Uncertainty of activity data

The uncertainty in the census based animal numbers is between 4 and 5 %. The additional uncertainty due to the splitting of piglet numbers in order to obtain weaner numbers is assumed to be of the same magnitude.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der Tierzahlen in der amtlichen Statistik wird etwa 4 bis 5 % betragen. Die zusätzliche Unsicherheit durch die Berechnung der Zahl der Aufzuchtferkel dürfte in der gleichen Größenordnung liegen.

5.7.1.2 Animal weights / Tiergewichte

The mean weight of sows (200 kg an⁻¹) is constant after 2000, but has, due to lack of better knowledge, to be used also for the period from 1990 to 1999.

The mean weight of sucking piglets is the arithmetic mean of their birth weight (1,5 kg an⁻¹, Heinze und Rau, undated) and the weight at weaning (8,5 kg an⁻¹).

The mean weight of weaners is the arithmetic mean of the final weight of piglets (8,5 kg an⁻¹) and

Das mittlere Gewicht von Sauen (200 kg an⁻¹) gilt für die Zeit nach 2000, wird mangels besserer Kenntnis aber auch für die Jahre ab 1990 verwendet.

Für Saugferkel wird das aus Geburtsgewicht (1,5 kg an⁻¹, Heinze und Rau, o.J.) und Absetzgewicht (8,5 kg an⁻¹) errechnete Mittel gewählt.

Bei Aufzuchtferkeln wird das arithmetische Mittel zwischen dem Absetzgewicht von 8,5 kg an⁻¹ und dem

the variable start weight of fattening pigs.

The mean weight of fattening pigs is the arithmetic mean of the variable weight at the beginning and at the end of the fattening period.

For boars a mean weight of 180 kg an⁻¹ is assumed.

variablen Gewicht zu Beginn der Endmast verwendet.

Bei Mastschweinen wird das arithmetische Mittel der variablen Gewichte am Beginn und dem Ende der Mast angesetzt.

Für Zuchteber wird ein mittleres Gewicht von 180 kg an⁻¹ angesetzt.

5.7.2 Aggregated data for all pigs / Zusammenfassende Daten für alle Schweine

The procedure to calculate the mean properties is not clearly defined in IPCC(2006). This may result in a distortion of the results by using different calculation methods. Thus, a detailed description is given for the respective entity in the following.

IPCC(2006) gibt kein Verfahren zur Berechnung von Mittelwerten an. Dies kann zu einer Verzerrung der Ergebnisse durch ungleiche Behandlung führen. Aus diesem Grund wird im Folgenden für jede zu berechnende Größe der Rechenweg beschrieben.

5.7.2.1 Mean weights / Mittlere Tiergewichte

The mean animal weight of all pigs is calculated as follows:

Das mittlere Gewicht aller Schweine wird wie folgt berechnet:

$$w_{\text{mean, pigs}} = \frac{n_{\text{so}} \cdot w_{\text{mean, so}} + n_{\text{sp}} \cdot w_{\text{mean, sp}} + n_{\text{we}} \cdot w_{\text{mean, we}} + n_{\text{fp}} \cdot w_{\text{mean, fp}} + n_{\text{bo}} \cdot w_{\text{mean, bo}}}{n_{\text{so}} + n_{\text{sp}} + n_{\text{we}} + n_{\text{fp}} + n_{\text{bo}}} \quad (5.42)$$

where

$w_{\text{mean, pigs}}$	mean weight of pigs (in kg an ⁻¹)
n_{so}	total number of sows (in pl), see Chapter 5.7.1.1
$w_{\text{mean, so}}$	mean weight of sows (in kg an ⁻¹), see Chapter 5.7.1.2
etc.	

5.7.2.2 Mean pregnancy rates of sows / Mittlere Trächtigkeiten der Sauen

The number of pregnant sows is obtained from the German census.

Die Zahl der trächtigen Sauen wird der deutschen Tierzählungsstatistik entnommen.

5.7.2.3 Mean digestibilities / Mittlere Verdaulichkeiten

The mean digestibilities of pig feeds are the weighted means of the mean digestibilities of the feeds for sows, weaners, fattening pigs and boars.

Die mittleren Verdaulichkeiten der Schweinefutter sind die gewichteten Mittel der Verdaulichkeiten der Futter für Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber.

$$X_{\text{DE, mean, pigs}} = \frac{n_{\text{so}} \cdot X_{\text{DE, so}} + n_{\text{we}} \cdot X_{\text{DE, we}} + n_{\text{fp}} \cdot X_{\text{DE, fp}} + n_{\text{bo}} \cdot X_{\text{DE, bo}}}{n_{\text{so}} + n_{\text{we}} + n_{\text{fp}} + n_{\text{bo}}} \quad (5.43)$$

where

$X_{\text{DE, mean, pigs}}$	mean digestibility of pig feeds (in MJ MJ ⁻¹)
etc.	
n_{so}	total number of sows (in pl)
etc.	
n_{pigs}	total number of pigs (in pl)

5.7.2.4 Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen

The total of VS and N excretions (which includes

Die Summe aller VS- und N-Ausscheidungen, die

sows with piglets) is divided by the total number of pigs:

bei Sauen die Ausscheidungen der Saugferkel einschließt, wird durch die Gesamtzahl der Schweine dividiert:

$$VS_{\text{mean, pigs}} = \frac{n_{\text{so}} \cdot VS_{\text{mean, so}} + n_{\text{we}} \cdot VS_{\text{mean, we}} + n_{\text{fp}} \cdot VS_{\text{mean, fp}} + n_{\text{bo}} \cdot VS_{\text{mean, bo}}}{n_{\text{pigs}}} \quad (5.44)$$

$$m_{\text{excr, mean, pigs}} = \frac{n_{\text{so}} \cdot m_{\text{excr, mean, so}} + n_{\text{we}} \cdot m_{\text{excr, mean, we}} + n_{\text{fp}} \cdot m_{\text{excr, mean, fp}} + n_{\text{bo}} \cdot m_{\text{excr, mean, bo}}}{n_{\text{pigs}}} \quad (5.45)$$

5.7.2.5 Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren

For the calculation of mean implied emission factors $IEF_{\text{pigs, i}}$ of a species I, the total of the emissions of E_i of the species I (which includes the piglets) is derived from the animal numbers in each subcategory and the respective emission factor EF_i , and then divided by the overall number of pigs:

Zur Berechnung der mittleren Emissionsfaktoren $IEF_{\text{pigs, i}}$ für eine Spezies i wird die Summe aller berechneten Emissionen E_i einer Spezies i, die bei Sauen die Emissionen der Saugferkel einschließt, aus Tierzahlen und mittleren Emissionsfaktoren EF_i errechnet und durch die Gesamtzahl der Schweine dividiert:

$$IEF_{\text{pigs, i}} = \frac{n_{\text{so}} \cdot EF_{\text{mean, so, i}} + n_{\text{we}} \cdot EF_{\text{mean, we, i}} + n_{\text{fp}} \cdot EF_{\text{mean, fp, i}} + n_{\text{bo}} \cdot EF_{\text{mean, bo, i}}}{n_{\text{pigs}}} \quad (5.46)$$

5.7.2.6 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich effektiver Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten

In Table 5.42 a comparison is made of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

Table 5.42 vergleicht deutsche effektive Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärende Variablen mit denen benachbarter bzw. landwirtschaftlich vergleichbarer Länder, wozu deren zuletzt veröffentlichten Daten herangezogen werden.

Table 5.42: Pigs, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (Germany: submission 2010, submission 2009)

	mean animal weight in kg an ⁻¹	pregnancy in % of sows	VS excretion in kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	IEF				
					CH _{4,ent}	CH _{4,MM}	NH ₃	N ₂ O	NO
					in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	82.00		0.40	14.06	1.50	5.90	3.0 ¹		
Belgium	67.89				1.50	9.53	3.7		
Czech Republic				20.00	1.50	3.00	6.5		
Denmark	83.90		0.41	8.96	1.07	2.60	2.0		
Germany	67.13	71.7	0.238	10.16	0.99	3.88	4.3	0.043	0.006
France			0.50	16.40	1.14	20.97	7.9		
Netherlands					1.50	4.42	3.2		
Poland	82.00		0.50	20.00	1.50	6.54	4.6		
Switzerland			0.50	10.42	1.40	3.08	5.1		
United Kingdom				11.18	1.50	7.06	4.3		
IPCC default (IPCC(2006)-10.28, 10.80, 10.81), Western Europe, cool region			0.30 /0.46		1.50				

Sources: UNFCCC 2009, Tables 4.A, 4B; EMEP (2009)
¹ reported in submission 2008

The mean animal weights are among the lowest

Die mittleren Tiergewichte sind niedriger als in

provided by other countries.

For VS excretions, most countries obviously use default data (IPCC 1996, 4.42) which differ from the data obtained for Germany. VS and N excretions calculated for Germany are lower than most of the values reported by neighbouring countries.

German data for CH₄ emissions from enteric fermentation are definitely below the default values given for developed countries in IPCC(2006)-10.28.

CH₄ emissions from manure management are within the range of other neighbouring countries, so are the NH₃ emissions.

The German emission factors for PM₁₀ and PM_{2,5} are within the range of the neighbouring countries, see Table 5.43.

den meisten anderen Staaten.

Die deutschen VS- und N-Ausscheidungen sind niedriger als bei den Nachbarstaaten, die zumeist von den deutschen Werten abweichende default-Werte (IPCC 1996, 4.42) angeben.

Die CH₄-Emissionen aus der Verdauung sind deutlich geringer als die sonst angegeben. Auch hier verwenden die meisten Staaten den default-Wert für entwickelte Länder aus IPCC(2006)-10.28.

Die CH₄- und NH₃-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement liegen im Bereich der Werte der Nachbarländer.

Die deutschen Emissionsfaktoren für PM₁₀ und PM_{2,5} liegen im Bereich der Nachbarländer, siehe Table 5.43.

Table 5.43: Pigs, intercomparison of PM emission factors
(Germany: submission 2010, submission 2009)

	$IEF_{PM_{10}, pigs}$ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM ₁₀	$IEF_{PM_{2.5}, pigs}$ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM _{2,5}	$IEF_{TSP, pigs}$ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TSP*
Austria			
Belgium	0.20	0.046	0.46
Czech Republic			
Denmark	0.27	0.045	0.61
Germany	0.30	0.050	
France	0.35	0.077	0.77
Netherlands	0.21	0.043	0.21
Poland	0.39	0.009	0.87
Switzerland	0.73	0.109	
United Kingdom	0.25	0.045	

Source: EMEP (2009), calculated from original data supplied

* Total suspended particulate matter (TSP) refers to the entire range of ambient air matter that can be collected, from the sub-micron level up to 100 µm in d (EMEP(2007)-B1010-9).

5.7.2.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 5.44: Pigs, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.13	
		CH ₄ manure management	EM1005.13	
		NM VOC	EM1005.44	
		NH ₃	EM1009.13	
		N ₂ O	EM1009.69	EM1009.71
		NO	EM1009.141	
		PM ₁₀	EM1010.13	
		PM _{2,5}	EM1010.33	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.15	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.13	
		CH ₄ manure management	IEF1005.13	
		NM VOC	IEF1005.42	
		NH ₃	IEF1009.12	
		N ₂ O	IEF1009.63	IEF1009.65
		NO	IEF1009.106	
		PM ₁₀	IEF1010.12	
		PM _{2,5}	IEF1010.30	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.68	AI1005PSH.86
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.37	EXCR.39

6 Small ruminants / Kleine Wiederkäuer

6.1 Small ruminants, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei kleinen Wiederkäuern

Sheep and goats are combined in the category „small ruminants“. The inventory reports about both species separately. However, calculation procedures are similar.

Sheep and goats do not form a key source for any of the greenhouse gases reported. However, sheep are a key source for ammonia.

The inventory goes along with the recommendation of IPCC(2006)-10.08 to form subcategories, wherever possible and useful. Thus, sheep are subdivided into lambs and sheep without lambs, which reflects different excretion rates and housing. This is of importance for the derivation of emissions of nitrogen species in particular. However, methane emissions are calculated for sheep as a whole.

For goats, the data availability in Germany allows for the calculation of national total emissions based on estimated goat numbers.

Schafe und Ziegen bilden im Inventar die Gruppe der kleinen Wiederkäuer. In den Inventaren wird über beide Arten getrennt berichtet; die Rechenverfahren sind jedoch ähnlich.

Weder Schafe noch Ziegen sind Hauptquellgruppen für eines der zu berichtenden Treibhausgase. Schafe sind jedoch eine Hauptquellgruppe für Ammoniak.

Das Inventar folgt der Empfehlung, Subkategorien einzuführen, wenn dies möglich und dienlich ist (IPCC(2006)-10.08). Schafe werden deshalb wegen der unterschiedlichen Ausscheidungen und Haltungsverfahren bei der Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies nach Lämmern und anderen Schafen unterteilt. Die Berechnung der Methan-Emissionen erfolgt nur für Schafe insgesamt.

Die Datenlage bei Ziegen ist so, dass nur deutsche Gesamtemissionen für geschätzte Tierzahlen berechnet werden können.

6.2 Sheep – all subcategories / Schafe insgesamt

For the assessment of methane emissions from sheep no subcategories are formed due to lack of information on emission explaining variables.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.1.

Für die Berechnung der Methan-Emissionen werden Schafe aus Mangel an der Verfügbarkeit emissionsklärender Variablen nicht in Unterkategorien unterteilt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.1: Sheep, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	1	IPCC / national	district	national	1 a
CH ₄	manure management	2	IPCC / national	district	national	1 a
NMVOG	manure management		EMEP	district	national	1 a
NH ₃	manure management		see Chapters 6.3 and 6.4			
N ₂ O, NO, N ₂	manure management		see Chapters 6.3 and 6.4			
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

6.2.1 Animal numbers / Tierzahlen

6.2.1.1 Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen

The German census differentiates between

- sheep younger than 1 year (including lambs)
- female sheep for reproduction (including yearlings)
- rams for reproduction
- wethers and other sheep

Die deutsche Tierzählung unterscheidet

- Schafe unter 1 Jahr (einschließlich Lämmer)
- weibliche Schafe zur Zucht (einschließlich Jährlinge)
- Schafböcke zur Zucht
- Hammel und übrige Schafe

Prior to 1999, animals were counted in December. For sheep, this number is not representative of the animals in the production process. Numbers have to be corrected and adjusted to the practice after 1999 in order to establish a consistent set of activity data.

Since 1999, censuses have been performed in May and include the lambs. The information provided by the official statistics has been used since.

This inventory uses animal numbers of sheep, lambs and of all other sheep as corrected according to Dämmgen (2005) (see Chapter 6.2.1.2 for details).

Correction of activity data prior to 1999:

$$n_{sh} = n_{ew} \cdot f_{sh} \quad (6.1)$$

$$n_{la} = n_{ew} \cdot f_{la} \quad (6.2)$$

$$n_{os} = n_{sh} - n_{la} = n_{ew} \cdot (f_{sh} - f_{la}) \quad (6.3)$$

where

n_{la}	number of lambs
n_{ew}	number of ewes
f_{la}	factor to derive number of lambs
n_{sh}	total number of sheep
f_{sh}	factor to derive total number of sheep
n_{os}	number of sheep other than lambs

The correction was performed for each federal state. The resulting correction factors are listed in Table 6.2:

Die Korrektur wurde für jedes Bundesland durchgeführt. Die entsprechenden Korrekturfaktoren sind in Table 6.2 zusammengestellt.

Table 6.2: Sheep and lambs, correction of animal numbers

Conversion factors f_{sh} and f_{la} for numbers of sheep and lambs to be applied before 1999

	Sheep	Lambs
	f_{sh}	f_{la}
Baden-Württemberg	1.51	0.46
Bayern	1.62	0.57
Brandenburg	1.46	0.44
Hessen	1.58	0.55
Mecklenburg-Vorpommern	1.58	0.54
Niedersachsen	1.75	0.68
Nordrhein-Westfalen	1.75	0.67
Rheinland-Pfalz	1.54	0.51
Saarland	1.58	0.51
Sachsen	1.55	0.52
Sachsen-Anhalt	1.48	0.45
Schleswig-Holstein	2.13	1.10
Thüringen	1.37	0.35

6.2.1.2 Animal numbers used to derive methane emissions / Für die Ableitung der Methan-Emissionen benötigte Tierzahlen

Animal numbers are provided by the statistical offices of the Federal States (StatLA C III 1 – vj 4).

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4).

The official animal numbers have to be corrected using the factors f_{sh} provided in Table 6.2.

Die den Statistiken entnommenen Tierzahlen sind mit den in Table 6.2 angegebenen Faktoren f_{sh} korrigiert.

$$n_{sh} = n_{ew} \cdot f_{sh} \quad (6.4)$$

where

n_{sh}	number of sheep considered
n_{ew}	number of ewes reported in the German census
f_{sh}	conversion factor for sheep (see Table 6.2)

Uncertainty of activity data

The numbers of sheep before 1999 are biased. This bias can be corrected. The overall uncertainty of the corrected data is likely to exceed that of cattle. An uncertainty of < 10 % is assumed to be plausible.

For this inventory, an uncertainty (standard deviation) of 10 % is assumed. The distribution is likely to be normal.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Anzahl der Schafe weist vor 1999 einen systematischen Fehler auf, der korrigiert werden kann. Die Unsicherheit auch der korrigierten Werte ist wahrscheinlich größer als die der Rinder. Eine Unsicherheit < 10 % wird für wahrscheinlich gehalten.

Für dieses Inventar wird eine Unsicherheit (Standardabweichung) von 10 % bei normaler Verteilung angenommen.

6.2.1.3 Animal performance / Leistungsdaten

IPCC (2006) give contradictory values for sheep live weights. Whereas IPCC (2006)-10.28 mentions 65 kg an⁻¹, IPCC (2006)-10.82 states 48.5 kg an⁻¹.

For the purpose of this inventory, the mean weight of sheep in Germany could be estimated as follows:

The weight given in IPCC (2006)-10.28 of 65 kg an⁻¹ is regarded applicable to the German situation (cf. KTBL, 2004, pp. 423 and 425). The final weight of lambs (after fattening) is estimated to 45 kg an⁻¹ (Jilg, 2009). If one assumes 50 % of this value to be the annual mean weight on each lamb rearing place counted by official census (i. e. 22.5 kg an⁻¹) and takes into account a ratio of 2 to 1 between the numbers of adult sheep and lambs, the one arrives at a mean sheep weight of ca. 50 kg an⁻¹.

As Germany uses a Tier 1 approach at present, these data are not used for emission reporting.

The number of lambs per ewe varies with races. At present, it seems impossible to construct a time series.

No assumptions can be made with respect to the energy requirements for wool growth.

The grazing period of grown-up sheep is assumed to be 300 days per year.

IPCC (2006)- gibt für Schafe unterschiedliche Gewichte an: 65 kg an⁻¹ in IPCC (2006)-10.28, 48,5 kg in IPCC (2006)-10.82.

Für dieses Inventar wird das mittlere Schafgewicht in Deutschland wie folgt geschätzt:

Das von IPCC(2006)-10.28 für entwickelte Länder angegebene Gewicht von 65 kg an⁻¹ wird für Deutschland als zutreffend für erwachsene Schafe angesehen (vgl. KTBL, 2004, S. 423 und S. 425). Mastlämmer können mit einem Endgewicht von 45 kg an⁻¹ angesetzt werden (Jilg, 2009). Nimmt man davon 50 % als Anhaltspunkt für das mittlere Jahresgewicht je gezählten Lämmerplatz (d. h. 22,5 kg an⁻¹), so ergibt sich unter Berücksichtigung eines Tierzahl-Verhältnisses von ca. 2:1 von erwachsenen Tieren zu Lämmern ein mittleres Tiergewicht von ca. 50 kg an⁻¹.

Diese Daten gehen wegen der derzeit verwendeten einfachen Methodik aber nicht in die Emissionsberechnung ein.

Die Anzahl der pro Mutterschaf geborenen Lämmer variiert mit den Rassen. Die Formulierung von Zeitreihen erscheint derzeit unmöglich.

Annahmen zum Energiebedarf des Wollaufwuchses sind zurzeit unmöglich.

Die Weideperiode bei erwachsenen Schafen beträgt 300 Tage pro Jahr.

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

Methane emissions from enteric fermentation are

Es handelt sich um ein Stufe-1-Verfahren, s. Kapi-

calculated according to the Tier 1 approach (Chapter 3.3.2.1). The default emission factor $EF_{CH_4, ent, sh} = 8 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ provided by IPCC(2006)-10.28 is used.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than $\pm 30 \%$ and may be uncertain to $\pm 50 \%$.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

6.2.3 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

CH_4 emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure, see Chapter 3.4.3.3.

6.2.3.1 VS excretions / VS-Ausscheidungen

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted, the maximum methane producing capacity (B_0), and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively. The amount of VS excreted is $0.4 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$, for the other data see Table 6.3.

tel 3.3.2.1). Zur Berechnung wird der default-Emissionsfaktor $EF_{CH_4, ent, sh} = 8 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ gemäß IPCC(2006)-10.28 herangezogen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

0 Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

Zur Bestimmung der CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt, s. Kapitel 3.4.3.3.

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximale Methan-Freisetzungskapazität (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 entnommen. Die VS-Menge beträgt $0,4 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$, zu den übrigen Daten siehe Table 6.3.

Table 6.3: Sheep, maximum methane producing capacity and methane conversion factors as used in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)

maximum methane producing capacity B_0	0.19	$\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$
MCF solid storage	0.02	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
MCF deep litter	temperature dependent, 0.010 to 0.015	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$
MCF pasture/range	0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{ C}$

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

Default VS excretion rates in IPCC 2006 are combined with national manure management frequency distributions.

IPCC default VS excretion rates in IPCC 2006 and IPCC 1996 are identical.

The IPCC 2006 default VS excretion rate equals that of IPCC 1996.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 equals that of IPCC 1996.

The methane conversion factor for solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996, the MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Standard-VS-Ausscheidungsrate werden mit nationalen Häufigkeitsverteilungen des Wirtschaftsdünger-Managements kombiniert.

Die Standard-VS-Ausscheidungsrate in IPCC 2006 und IPCC 1996 sind gleich.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten in IPCC 2006 und IPCC 1996 sind gleich.

Der Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist in IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996 angegebene, der Faktor für Weidegang ist in IPCC 1996 und IPCC 2006 gleich groß.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

The data concerning the feed requirement for the sheep breeds kept in Germany (KTBL, 2004, pg. 423) lead to the assumption that the amount of VS in sheep excreta is likely to be underestimated. At present, it is impossible to assess the overall uncertainty.

As the calculation procedure for CH₄ emissions relies on default VS excretion, it is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

6.2.3.2 VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

6.2.4 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The NMVOC emission factors are related to NH₃ emissions using the emission factors in Table 6.4. The calculation method is described in Chapter 3.4.4.

Die Angaben über den Futterbedarf in Deutschland gehaltener Schafrassen (KTBL, 2004, S. 423) lassen erkennen, dass die Menge der Ausscheidungen im VS-default-Wert wahrscheinlich unterschätzt wird. Das Ausmaß der Unsicherheit insgesamt kann noch nicht angegeben werden.

Das Rechenverfahren für CH₄-Emissionen verwendet default-VS-Ausscheidungen. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Hierfür gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Die NMVOC-Emissionen werden aus den NH₃-Emissionen unter Verwendung der in Table 6.4 beschriebenen Emissionsfaktoren abgeleitet. Zum Berechnungsverfahren siehe Kapitel 3.4.4.

Table 6.4: Sheep, emission factors relating NMVOC emissions to NH₃ emissions

Species	EF_{NMVOC} in kg kg^{-1}
dimethyl sulfide	$2.2 \cdot 10^{-1}$
dimethyl disulfide	0
dimethyl trisulfide	0
Acetone	$9.2 \cdot 10^{-2}$
acetic acid	$3.0 \cdot 10^{-1}$
propanoic acid	$7.9 \cdot 10^{-3}$
2-methyl propanoic acid	$4.0 \cdot 10^{-3}$
butanoic acid	$2.8 \cdot 10^{-3}$
2-methyl butanoic acid	$1.1 \cdot 10^{-2}$
3-methyl butanoic acid	$7.3 \cdot 10^{-3}$
pentanoic acid	$2.8 \cdot 10^{-4}$
Phenol	$5.6 \cdot 10^{-4}$
4-methyl phenol	$1.5 \cdot 10^{-1}$
3-ethyl phenol	$1.5 \cdot 10^{-3}$
Indole	$5.6 \cdot 10^{-5}$
3-methyl indole	$5.6 \cdot 10^{-5}$

Source: Hobbs et al. (2004)

Uncertainty of emission factors

Hobbs et al. (2004) state that the uncertainties of the NMVOC emissions from sheep are larger than those from cattle and pigs (for cattle and pigs see Chapters 4.2.5 und 5.2.5). In order to cover for that an uncertainty is assumed that exceeds that for cattle and pigs by 50 % resulting in an uncertainty of 75 % of the mean. This is interpreted as the interval (in pere-

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Hobbs et al. (2004) schreiben den NMVOC-Emissionen aus Schafsmist eine höhere Unsicherheit zu als dem von Rindern und Schweinen, für die eine Größenordnung von 50 % angestzt wird (siehe Kapitel 4.2.5 und 5.2.5). Daher wird für Schafe eine um die Hälfte vergrößerte Unsicherheit in den Emissionsfaktoren angenommen, die in einer Unsicherheit von

cent of the mean) between the upper threshold of the 95 % confidence interval and the mean. As this value appears to be too high for a normal distribution, an asymmetric distribution is assumed.

75 % resultiert. Diese wird als Intervall (in Prozent des Mittelwertes) zwischen oberere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles und Mittelwert interpretiert. Es wird angenommen, dass es sich um eine asymmetrische Verteilung handelt.

6.2.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

6.2.5.1 Calculation concept / Berechnungskonzept

The assessment is carried out separately for lambs and all sheep except lambs, in Chapters 6.3 and 6.4.

Die Berechnungen erfolgen für Lämmer und Schafe ohne Lämmer getrennt in den Kapiteln 6.3 und 6.4.

6.2.5.2 Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

Die Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 15.3 bis 15.5 beschrieben.

6.2.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

6.2.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.5: Sheep, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.14	
		CH ₄ manure management	EM1005.14	
		NM VOC	EM1005.47	
		NH ₃	EM1009.16	
		N ₂ O	EM1009.78	EM1009.80
		NO	EM1009.44	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.19	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.14	
		CH ₄ manure management	IEF1005.14	
		NM VOC	IEF1005.43	
		NH ₃	IEF1009.13	
		N ₂ O	IEF.1009.66	IEF.1009.68
		NO	IEF1009.107	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.87	AI1005PSH.124
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.46	EXCR.48

6.3 Lambs / Lämmer

For the calculation of the emissions of nitrogen species and NMVOC, sheep are subdivided into the subcategories lambs and sheep without lambs.

All sheep younger than 1 a are considered to be lambs.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.6.

Zur Berechnung der Emissionen von Stickstoff-Spezies und NMVOC werden Schafe in die Unterkategorien Lämmer und Schafe ohne Lämmer unterteilt.

Lämmer sind dabei alle die Schafe, die jünger als 1 a sind.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.6 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.6: Lambs, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation		see Chapter 6.2			
CH ₄	manure management		see Chapter 6.2			
NMVOC	manure management		see Chapter 6.2			
NH ₃	manure management	2		district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2		district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

6.3.1 Animal numbers / Tierzahlen

6.3.1.1 Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen

This inventory uses animal numbers of lambs as corrected according to Dämmgen (2005) (see Chapter 6.2.1.2 for details).

Verwendet werden die nach Dämmgen (2005) korrigierten Tierzahlen für Lämmer (zu Einzelheiten vgl. Kapitel 6.2.1.2).

6.3.1.2 Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten

In Germany, 71 % of the lambs produced for slaughter are fattened in the house all the time, 24 % for the final phase of fattening, and 5 % are fattened on pastures. (LKV, 2003; Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof). The German inventory calculations are based on 90 % "house" and 10 % "pasture".

In Deutschland stammen 71 % der Schlachtlämmer aus Stallmast, 24 % aus Stallendmast und 5 % aus Weidemast (LKV, 2003; Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof). Das deutsche Inventar rechnet mit 90 % Stallhaltung und 10 % Weidehaltung.

In the house sheep are kept on bedding. Leachate is not formed.

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Jauchebildung findet nicht statt.

6.3.2 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

6.3.2.1 N excretion / N-Ausscheidung

Lambs fattened in the house excrete 3.0 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (KTBL, 2004, pg. 227), 40 % of which are assumed to be TAN.

Lämmer in Intensivmast scheiden 3,0 kg pl⁻¹ a⁻¹ N aus (KTBL, 2004, S. 427). 40 % hiervon sind TAN.

The fact that grazing lambs excrete 5 kg pl⁻¹ a⁻¹ N is neglected due to the low frequency of this procedure.

Lämmer mit Weidemast scheiden 5 kg pl⁻¹ a⁻¹ N aus. Wegen der geringen Häufigkeit dieses Halteverfahrens bleibt der zusätzliche Beitrag dieser Lämmer unberücksichtigt.

6.3.2.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

N input with bedding (straw) is taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.6. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des La-

For lambs, an amount of straw of 0.16 kg pl⁻¹ d⁻¹ is used (Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof).

6.3.2.3 Emission factors / Emissionsfaktoren

Housing and storage: The NH₃ emission factors are 0.3 kg kg⁻¹ (housing) and 0.6 kg kg⁻¹ (storage), related to TAN. The N₂O emission factor for housing and storage is 0.005 kg kg⁻¹ related to N excreted (IPCC(2006)-10.62). As a consequence, the emission factors for NO and N₂ are 0.0005 and 0.015 kg kg⁻¹ N, respectively.

Spreading: The NH₃ emission factor is 0.9 kg kg⁻¹, related to TAN.

Grazing: The NH₃ emission factor for grazing is 0.075 kg kg⁻¹, related to N excreted. The emission factors for N₂O, NO and N₂ are given in Chapter 12.2.2.2.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2007)-B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors. Distribution normal.

The emission factors for N₂O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

For N₂O, we assume an uncertainty of 30 %, for NO and N₂ 50 % seem adequate. The distribution is likely to be normal.

6.3.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.7: Lambs, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management		
		NMVOC	EM1005.46	
		NH ₃	EM1009.15	
		N ₂ O	EM1009.75	EM1009.77
		NO	EM1009.143	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.18	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management		
		NMVOC		
		NH ₃		
		N ₂ O		
		NO		
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.98	AI1005PSH.118
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.43	EXCR.45

gers zu TAN mineralisieren.

Die Einstreu wird für Lämmer mit 0,16 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh angesetzt (Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof).

Stall und Lager: Die NH₃-Emissionsfaktoren betragen 0,3 kg kg⁻¹ (Stall) bzw. 0,6 kg kg⁻¹ (Lager), bezogen auf TAN. Der N₂O-Emissionsfaktor für Stall und Lager beträgt 0,005 kg kg⁻¹ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-10.62). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N₂ 0,0005 bzw. 0,015 kg kg⁻¹ N.

Ausbringung: Der NH₃-Emissionsfaktoren beträgt 0,9 kg kg⁻¹ bezogen auf TAN.

Weide: Der NH₃-Emissionsfaktor beträgt 0,075 kg kg⁻¹ bezogen auf ausgeschiedenes N. Für die Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂ wird auf Kapitel 12.2.2.2 verwiesen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2007)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an. Verteilung normal.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Für N₂O wird eine Unsicherheit von 30 % und für NO und N₂ von 50 % angesetzt, Verteilung normal.

6.4 Ewes and other adult sheep / Mutterschafe und übrige erwachsene Schafe

For the calculation of the emissions of nitrogen species and NMVOC, sheep are subdivided into the subcategories lambs and sheep without lambs.

All sheep elder than 1 a are considered to be adult sheep.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.8.

Zur Berechnung der Emissionen von Stickstoff-Spezies und NMVOC werden Schafe in die Unterkategorien Lämmer und Schafe ohne Lämmer unterteilt.

Als erwachsene Schafe gelten die Tiere, die älter als 1 a sind.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.8 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.8: Sheep without lambs, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation		see Chapter 6.2			
CH ₄	manure management		see Chapter 6.2			
NMVOC	manure management		see Chapter 6.2			
NH ₃	manure management	2		district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	2		district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

6.4.1 Animal numbers / Tierzahlen

6.4.1.1 Correction of the number of sheep / Korrektur der Schafzahlen

This inventory uses animal numbers of lambs as corrected according to Dämmgen (2005) (see Chapter 6.2.1.2 for details).

Verwendet werden die nach Dämmgen (2005) korrigierten Tierzahlen Lämmer (zu Einzelheiten vgl. Kapitel 6.2.1.2).

6.4.1.2 Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten

Adult sheep spend 10 months per year on pastures (all day).

Erwachsene Tiere sind 10 Monate pro Jahr ganztägig auf der Weide.

In the house sheep are kept on bedding. Leachate is not formed.

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Jauchebildung findet nicht statt.

6.4.2 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

6.4.2.1 N excretion / N-Ausscheidung

In Germany, an N excretion of 10 kg pl⁻¹ a⁻¹ is assumed for an ewe without lambs (KTBL, 2004, pg. 427). This value is also used for the other adult sheep.

Für ein Mutterschaf ohne Lämmer wird in Deutschland eine N-Ausscheidung von 10 kg pl⁻¹ a⁻¹ angesetzt (KTBL, 2004, S. 427). Dieser Wert wird auch für alle anderen erwachsenen Schafe verwendet.

A fraction of 40 % of the nitrogen excreted is assumed to be TAN.

Der TAN-Gehalt beträgt wird 40 %.

6.4.2.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

N input with bedding (straw) is taken into account. For adult sheep, the amount of straw is assumed to be 0.4 kg pl⁻¹ d⁻¹ (see Chapter 5.6.5.2). All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage. (The properties of straw are given in Chapter 3.6.)

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt: 0,4 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh für erwachsene Schafe (s. Kapitel 5.6.5.2). Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren. (Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6.)

6.4.2.3 Emission factors / Emissionsfaktoren

Housing and storage: The NH₃ emission factors are 0.3 kg kg⁻¹ (housing) and 0.6 kg kg⁻¹ (storage), related to TAN. The N₂O emission factor for housing and storage is 0.005 kg kg⁻¹ related to N excreted (IPCC(2006)-10.62). As a consequence, the emission factors for NO and N₂ are 0.0005 and 0.015 kg kg⁻¹ N, respectively.

Spreading: The NH₃ emission factor is 0.9 kg kg⁻¹, related to TAN.

Grazing: The NH₃ emission factor for grazing is 0.075 kg kg⁻¹, related to N excreted. The emission factors for N₂O, NO and N₂ are given in Chapter 12.2.2.2.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2007)-B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors. Distribution normal.

The emission factors for N₂O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

For N₂O, we assume an uncertainty of 30 %, for NO and N₂ 50 % seem adequate. The distribution is likely to be normal.

Stall und Lager: Die NH₃-Emissionsfaktoren betragen 0,3 kg kg⁻¹ (Stall) bzw. 0,6 kg kg⁻¹ (Lager), bezogen auf TAN. Der N₂O-Emissionsfaktor für Stall und Lager beträgt 0,005 kg kg⁻¹ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-10.62). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N₂ 0,0005 bzw. 0,015 kg kg⁻¹ N.

Ausbringung: Der NH₃-Emissionsfaktoren beträgt 0,9 kg kg⁻¹ bezogen auf TAN.

Weide: Der NH₃-Emissionsfaktor beträgt 0,075 kg kg⁻¹ bezogen auf ausgeschiedenes N. Für die Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂ wird auf Kapitel 12.2.2.2 verwiesen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2007)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an. Verteilung normal.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Wir nehmen für N₂O eine Unsicherheit von 30 % und für NO und N₂ eine solche von 50 % an, Verteilung normal.

6.4.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.9: Sheep without lambs, related tables in the Tables volume

		From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2,5}	EM1005.45 EM1009.14 EM1009.72 EM1009.142 EM1009.74
Activity data	Aktivitäten		
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation CH ₄ manure management NMVOC NH ₃ N ₂ O NO PM ₁₀ PM _{2,5}	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.91 AI1005PSH.117
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.40 EXCR.42

6.5 Sheep – collective description / Schafe - zusammenfassende Daten

6.5.1 Mean N excretion rate / Mittlere N-Ausscheidungen

The total of N excretions of lambs and sheep without lambs is divided by the total number of sheep:

Die Summe der N-Ausscheidungen von Lämmern und Schafen ohne Lämmer wird durch die Gesamtzahl der Schafe dividiert:

$$m_{\text{excr, mean, sh}} = \frac{n_{\text{la}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, la}} + n_{\text{ew}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, ew}}}{n_{\text{la}}^* + n_{\text{ew}}^*} \quad (6.5)$$

where

$m_{\text{excr, mean, sh}}$ mean amount of N excreted by sheep (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 n_{la} corrected number of lambs (in pl)
 $m_{\text{excr, mean, la}}$ mean amount of N excreted by lambs (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 n_{ew} corrected number of ewes and other adult sheep (in pl)

6.5.2 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

In Table 6.10 a comparison is made of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

In Table 6.10 erfolgt eine Gegenüberstellung effektiver Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärender Variablen für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist. Die Daten des vorliegenden Inventars werden den zuletzt veröffentlichten der anderen Länder gegenüber gestellt.

IPCC (2006)-10.28 gives an animal weight for developed countries of 65 kg an⁻¹ which is considered adequate for Germany. However, this information is not made use of in emission calculations.

Das von IPCC(2006)-10.28 für entwickelte Länder angegebene Gewicht von 65 kg an⁻¹ wird für Deutschland als zutreffend angesehen. Es geht aber nicht in die Emissionsberechnungen ein.

Table 6.10: Sheep, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (Germany: submission 2010, all other countries 2009)

	mean animal VS excretion		N excretion	CH _{4,ent}	CH _{4,MM}	IEF		
	weight					NH ₃	N ₂ O	NO
	in kg an ⁻¹	in kg pl ⁻¹ d ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	43.00	0.40	13.10	8.00	0.19	2.6 ¹		
Belgium	50.00			8.18	0.68	0.3		
Czech Republic			20.00	8.00	0.19	0.9		
Denmark	70.00	0.74	16.95	17.17	0.32	1.1		
Germany	50.00	0.40	7.36	8.00	0.22	0.53	0.018	0.002
France		0.40	18.34	9.68	0.28	0.9		
Netherlands				8.00	0.18			
Poland	63.00	0.36	16.00	8.08	0.17	1.5		
Switzerland		0.40	6.22	10.35	0.35	2.2		
United Kingdom			5.30	4.70	0.11	0.3		
IPCC default (IPCC(2006)-10.28, 10.82), Western Europe, cool region, developed countries	65 (10.28) 48.5 (10.82)	0.40		8.00	0.19			

Sources: UNFCCC 2009, Table 4.A, 4.B; EMEP (2009)
¹ reported in submission 2008

Germany uses default VS excretions, as most other countries do.

Deutschland nutzt wie die meisten anderen Staaten den default-Wert für VS-Ausscheidungen.

N excretions of sheep in Europe are compiled in

Der Vergleich der N-Ausscheidungen von Schafen

Table 6.10. They show a very wide variation which cannot be explained. Only the Czech Republic uses the IPCC default N excretion of 20 kg pl⁻¹ a⁻¹ (IPCC(1996)-3-4.99).

The CH₄ emission factor used for enteric fermentation is the default value. It is obvious from Table 6.10 that this value may underestimate emissions in developed countries in Western Europe.

For CH₄ from manure management, the emission factor derived is somewhat larger than the default value, but considerably smaller than that used in Denmark, France and Switzerland.

For NH₃, the implied emission factor is in the same order of magnitude as in the UK.

in Europa in Table 6.10 zeigt deutliche und kaum erklärbare Unterschiede. Nur die Tschechische Republik verwendet den IPCC-default-Wert von 20 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (IPCC(1996)-3-4.99).

Der für die Rechnungen verwendete CH₄-Emissionsfaktor für Emissionen aus der Verdauung ist in den meisten Fällen der default-Faktor (Table 6.10) für entwickelte Staaten in Westeuropa.

Für CH₄ aus dem Wirtschaftsdünger-Management wurde ein Emissionsfaktor ermittelt, der etwas über dem default-Wert liegt, aber deutlich kleiner als der von Dänemark, Frankreich und der Schweiz ist.

Bei den NH₃-Emissionsfaktoren liegen nur die Werte für das Vereinigte Königreich in der gleichen Größenordnung-

6.5.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.11: Sheep, collective description, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.14	
		CH ₄ manure management	EM1005.14	
		NMVOC	EM1005.47	
		NH ₃	EM1009.16	
		N ₂ O	EM1009.78	EM1009.80
		NO	EM1009.44	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.19	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.14	
		CH ₄ manure management	IEF1005.14	
		NMVOC	IEF1005.43	
		NH ₃	IEF1009.13	
		N ₂ O	IEF.1009.66	IEF.1009.68
		NO	IEF1009.107	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.87	AI1005PSH.124 ¹⁾
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.46	EXCR.48

6.6 Goats / Ziegen

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 6.12.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 6.12 zusammengestellten Verfahren.

Table 6.12: Goats, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				Activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	1	IPCC	National	national	1 a
CH ₄	manure management	1	IPCC	National	national	1 a
NM VOC	manure management					
NH ₃	manure management	1	EMEP	National	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	1	IPCC	National	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2,5}	animal house					

6.6.1 Animal number and animal performances / Tierzahlen und Leistungsdaten

6.6.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers for goats are not included in the German agricultural statistics.

Official estimates of these numbers are provided by the Federal Ministry of Consumer Protection, Nutrition and Agriculture, since 2005 by Statistisches Bundesamt Deutschland (German national statistics).

Until further notice, the numbers estimated for 2006 will be extrapolated without change (agreement with German national statistics).

Uncertainty of activity data

The animal numbers are reported as ten thousands of animals, which in itself contains an uncertainty of about 7 %. For this inventory, an uncertainty (standard deviation) of 10 % is assumed, distribution normal.

Tierzahlen für Ziegen werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst.

Stattdessen wird die offizielle Schätzung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, seit 2005 die des Statistischen Bundesamtes verwendet.

In Abstimmung mit dem Statistischen Bundesamt werden die für 2006 geschätzten Zahlen bis auf Weiteres unverändert fortgeschrieben.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Angaben erfolgen in zehntausenden Tieren. Hierin begründet sich bereits eine Unsicherheit von etwa 7 %. Angenommen wird für dieses Inventar eine Unsicherheit (Standardabweichung) von 10 % bei normaler Verteilung.

6.6.1.2 Production details and animal performance / Tierhaltung und Leistungsdaten

No performance data is available.

IPCC (2006) reports contradictory weights for goats, 40 kg an⁻¹ in IPCC (2006)-10.28 and 38,5 kg an⁻¹ in IPCC (2006)-10.82. The latter weight appears to be applicable to the German situation. However, due to the use of a Tier 1 approach, the animal weight is not used to perform a mission calculations at present.

In the house sheep are kept on bedding. Leachate is not formed.

Leistungsdaten sind nicht verfügbar.

IPCC (2006) gibt für Ziegen unterschiedliche Gewichte an: 40 kg an⁻¹ in IPCC (2006)-10.28, 38,5 kg an⁻¹ in IPCC (2006)-10.82. Für deutsche Verhältnisse erscheinen 40 kg pro Tier angemessen. Das Ziegen-gewicht geht aber derzeit nicht in die deutschen Emissionsberechnungen ein, da ein Stufe-1-Verfahren verwendet wird.

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Jauchebildung findet nicht statt.

6.6.2 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

The default emission factor $EF_{CH_4, ent, go} = 5 \text{ kg an}^{-1} \text{ CH}_4$ as in IPCC(2006)-10.28 is used.

Der Default-Emissionsfaktor $EF_{CH_4, ent, go} = 5 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ aus IPCC(2006)-10.28 wird verwendet.

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than $\pm 30\%$ and may be uncertain to $\pm 50\%$.

The inventory assumes an uncertainty of 30% which is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

0 Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30%, wobei auch Werte bis 50% für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 30% ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

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

CH₄ emissions from manure management are quantified using a Tier 2 procedure.

Zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management wird ein Stufe-2-Verfahren angewandt.

6.6.3.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The default emission factor of 0.30 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS proposed in IPCC(2006)-10.82 is used.

The maximum methane producing capacity (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) that were taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively.

Der Default-Wert von 0.30 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS aus IPCC(2006)-10.82 wird verwendet.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden, die in IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 aufgeführt sind.

Table 6.13: Goats, maximum methane producing capacity and methane conversion factors according to IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff

maximum methane producing capacity B_0	0.18	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
MCF solid storage	0.02	kg kg ⁻¹ C
MCF deep litter	temperature dependent, 0.010 to 0.015	kg kg ⁻¹ C
MCF pasture/range	0.01	kg kg ⁻¹ C

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

IPCC 2006, Table 10.15, gives a default emission factor of 0.13 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄, which reflects all-year-round grazing as can be recalculated from the data set provided in Table 10A-9. Doing so, one also realizes that the IPCC 1996 default emission factor is incorrect (0.12 kg pl⁻¹ a⁻¹).

This inventory makes use of the default VS excretion rate and default B_0 listed in IPCC 2006, Table 10A-9 and combines them with German manure management system frequency distributions.

IPCC 1996, Table B-7, recommends a default VS excretion rate of 0.28 kg pl⁻¹ d⁻¹, while according to Table 10A-9 in IPCC 2006 the default VS excretion is 0.30 kg pl⁻¹ d⁻¹.

An implied emission factor of 0.219 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄ results from the application of the IPCC 2006 data.

The default emission factors provided in IPCC 2006 exceeds that given in IPCC 1996.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

IPCC 2006 gibt in Tabelle 10.15 einen Standard-Emissionsfaktor von 0,13 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄. Bei Vergleich mit den in Tabelle 10A-9 angegebenen Daten ist zu erkennen, dass dabei ganzjähriger Weidegang vorausgesetzt wird. Die Rückrechnung ergibt, dass der Standard-Emissionsfaktor in IPCC 1996 (0.12 kg pl⁻¹ a⁻¹) nicht nachvollziehbar ist.

Dieses Inventar benutzt daher die Standard-VS-Ausscheidung und das Standard- B_0 wie in IPCC 2006, Tabelle 10A-9, und kombiniert sie mit nationalen Daten für das Wirtschaftsdünger-Management.

IPCC 1996, Table B-7, empfiehlt eine Standard-VS-Ausscheidungsrate von 0,28 kg pl⁻¹ d⁻¹, IPCC 2006, Table 10A-9 gibt 0,30 kg pl⁻¹ d⁻¹ an.

Bei Anwendung der Angaben aus IPCC 2006 ergibt sich ein resultierender Emissionsfaktor von 0.219 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄.

Die Standard-VS-Ausscheidung in IPCC 2006 ist größer als die in IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

As the calculation procedure for CH₄ emissions relies on default VS excretion, it is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Das Rechenverfahren für CH₄-Emissionen verwendet default-VS-Ausscheidungen. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Hierfür gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

6.6.3.2 *VS inputs with straw / VS-Einträge mit Stroh*

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

6.6.4 *NM VOC emissions from manure management / NM VOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

No procedure to assess NMVOC emissions from goats is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Ziegenhaltung ist kein Verfahren verfügbar.

6.6.5 *Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies*

6.6.5.1 *N excretion / N-Ausscheidung*

The data on N excretion available for Germany is 11 kg an⁻¹ a⁻¹ N for all animals (LfL, 2004a). All calculations are based on this figure.

A fraction of 40 % of the nitrogen excreted is assumed to be TAN.

Die offiziell verfügbaren deutschen Zahlen (LfL, 2004a) sehen für Ziegen (ohne weitere Unterteilung) eine Ausscheidung von 11 kg an⁻¹ a⁻¹ N vor. Dieser Wert wird in den Rechnungen verwendet.

Der TAN-Gehalt beträgt 40 %.

6.6.5.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

N input with bedding (straw) is taken into account. Like for adult sheep, the amount of straw is assumed to be 0.4 kg pl⁻¹ d⁻¹. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage. (The properties of straw are given in Chapter 3.6.)

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt: 0,4 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh wie für erwachsene Schafe. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren. (Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6.)

6.6.5.3 *Emission factors / Emissionsfaktoren*

It is assumed that 50 % of the animals are housed permanently, whereas 50 % are grazing all day (grazing period: 250 d a⁻¹). (Source: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof).

The amount of bedding material is sufficient to immobilise 40 % of TAN.

The manure is stored in a heap and not incorporated after application.

Es wird angenommen, dass 50 % der Ziegen nur im Stall sind, 50 % ganztägig auf der Weide. Die Weideperiode beträgt 250 d a⁻¹. (Quelle: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof).

Die Einstreumenge ist hinreichend zur Immobilisierung von 40 % des TAN.

Der Mist wird im Haufen gelagert. Es erfolgt keine Einarbeitung nach der Ausbringung.

EMEP(2007)-B1090-9 provides a simpler methodology to assess NH₃ emissions, following that for sheep. However, as for Germany only the total number of goats is known, this approach cannot be applied as the number of nanny-goats is not known.

For the German inventory, emission factors are taken over from sheep husbandry.

Housing and storage: The NH₃ emission factor s are 0.3 kg kg⁻¹ (housing) and 0.6 kg kg⁻¹ (storage), related to TAN. The N₂O emission factor for housing and storage is 0.005 kg kg⁻¹ related to N excreted (IPCC(2006)-10.62). As a consequence, the emission factors for NO and N₂ are 0.0005 and 0.015 kg kg⁻¹ N, respectively.

Spreading: The NH₃ emission factor is 0.9 kg kg⁻¹, related to TAN.

Grazing: The NH₃ emission factor for grazing is 0.075 kg kg⁻¹, related to N excreted. The emission factors for N₂O, NO and N₂ are given in Chapter 12.2.2.2.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2007)-B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors. Distribution normal.

The emission factors for N₂O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

For N₂O, we assume an uncertainty of 30 %, for NO and N₂ 50 % seem adequate. The distribution is likely to be normal.

6.6.5.4 *Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

6.6.6 *Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten*

In Table 6.14 a comparison is made of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

Almost without exception, the calculation of emissions rely on the use of default values.

EMEP(2007)-B1090-9 gibt für NH₃-Emissionen ein einfacheres Verfahren in Anlehnung an Schafe an. Es kann nicht übernommen werden, da für Deutschland nur die Gesamtzahl der Ziegen bekannt ist und nicht die Anzahl der Mutterziegen.

Für das deutsche Inventar werden die Emissionsfaktoren aus der Schafhaltung übernommen..

Stall und Lager: Die NH₃-Emissionsfaktoren betragen 0,3 kg kg⁻¹ (Stall) bzw. 0,6 kg kg⁻¹ (Lager), bezogen auf TAN. Der N₂O-Emissionsfaktor für Stall und Lager beträgt 0,005 kg kg⁻¹ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-10.62). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N₂ 0,0005 bzw. 0,015 kg kg⁻¹ N.

Ausbringung: Der NH₃-Emissionsfaktoren beträgt 0,9 kg kg⁻¹ bezogen auf TAN.

Weide: Der NH₃-Emissionsfaktor beträgt 0,075 kg kg⁻¹ bezogen auf ausgeschiedenes N. Für die Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂ wird auf Kapitel 12.2.2.2 verwiesen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2007)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an. Verteilung normal.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Wir nehmen für N₂O eine Unsicherheit von 30 % und für NO und N₂ eine solche von 50 % an, Verteilung normal.

Die Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 15.3 bis 15.5 beschrieben.

In Table 6.14 erfolgt eine Gegenüberstellung effektiver Emissionsfaktoren (IEF) und emissions erklärender Variablen für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist. Die Daten des vorliegenden Inventars werden den zuletzt veröffentlichten der anderen Länder gegenüber gestellt.

Die Berechnungen der Emissionen beruhen fast ausschließlich auf default-Werten.

Table 6.14: Goats, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors
(Germany: submission 2010, all other countries 2009)

	mean animal weight in kg an ⁻¹	VS excretion in kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N excretion in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	IEF				
				CH _{4,ent} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH _{4,MM} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NH ₃ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NO in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	30.00	0.28	12.30	5.00	0.12	2.56 ¹		
Belgium	50.00			5.00	0.70			
Czech Republic			25.00	5.00	0.12	0.63		
Denmark	60.00	0.68	15.41	12.70	0.26	1.05		
Germany	40.00	0.30	11.00	5.00	0.22	1.73	0.04	0.0054
France		0.28	25.00	11.76	0.18	0.82		
Netherlands				5.00	0.34			
Poland	30.00	0.28	25.00	5.00	0.12	1.46		
Switzerland		0.28	9.38	10.00	0.39	3.84		
United Kingdom			20.60	5.00	0.12			
IPCC default (IPCC(2006)-10.28, 10.82) Western Europe, cool region, developed countries	40 (10.28) 38.50 (10.82)	0.30		5.00	0.13			

Sources: UNFCCC 2009, Table 4.A, 4.B; EMEP (2009)
¹ reported in submission 2008

6.6.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 6.15: Goats, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.15	
		CH ₄ manure management	EM1005.15	
		NM VOC		
		NH ₃	EM1009.17	
		N ₂ O	EM1009.81	EM1009.83
		NO	EM1009.145	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.21	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.15	
		CH ₄ manure management	IEF1005.15	
		NM VOC		
		NH ₃	IEF1009.14	
		N ₂ O	IEF1009.69	IEF1009.71
		NO	IEF1009.108	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005GBU.01	AI1005GBU.04
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.49	EXCR.51

7 Horses, mules and asses / Pferde, Maultiere und Esel

7.1 Horses, formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien bei Pferden

Horses, mules and asses are not a key source for any of the greenhouse gases to be reported.

However, horses are a key source for ammonia (CEIP/EEA, 2008).

Thus, the inventory goes along with the recommendation of IPCC(2006)-10.08 to form subcategories, wherever possible and useful.

The horses kept in Germany can be subdivided into heavy horses and light horses. The latter subcategory includes ponies).

Pferde, Maultiere und Esel sind keine Hauptquellgruppe für eines der zu berichtenden Treibhausgase.

Pferde sind nach CEIP/EEA (2008) eine Hauptquellgruppe für Ammoniak.

Das Inventar folgt deshalb der Empfehlung, Subkategorien einzuführen, wenn dies möglich und dienlich ist (IPCC(2006)-10.08).

Die in Deutschland gehaltenen Pferde lassen sich sinnvoll in Groß- und Kleinpferde (mit Ponys) unterteilen.

7.1.1 Activity data and animal behaviour / Aktivitätsdaten und Tierverhalten

7.1.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Only those horses which are reported in the agricultural census are considered (see Chapter 7.2.1.1 and 7.3.1.1)

For a major bias concerning these horse numbers in German statistics and their correction see Dämmgen (2005).

A change in the margins of the German animal census resulted in a kink in the time series. Thus, horse numbers after 1998 are corrected. The correction factors with which animal numbers have to be multiplied are listed in Table 7.1.

Erfasst werden lediglich diejenigen Pferde, die in den landwirtschaftlichen Statistiken ausgewiesen werden (s. Kapitel 7.2.1.1 und 7.3.1.1).

Zu den prinzipiellen Fehlern bei den Tierzahlen für landwirtschaftliche Pferde und deren Korrektur siehe Dämmgen (2005).

Eine Änderung des Agrarstatistikgesetzes führte zu einer Änderung der Erfassungsgrundlage. Die Pferdezahlen nach 1998 werden korrigiert. Die verwendeten Faktoren, mit denen die Tierzahlen multipliziert werden, gehen aus Table 7.1 hervor.

$$n_{ho}^* = n_{ho} \cdot f_{ho} \quad (7.1)$$

where

n_{ho}^*	number of horses considered
n_{ho}	number of horses reported in the German census
f_{ho}	conversion factor for horses (see Table 7.1). The same procedure applies to ponies.

Table 7.1: Horses, conversion factors for numbers of ponies and heavy horses
 (to be applied from 1999 onwards)

	ponies f_{po}	heavy horses f_{ho}
Baden-Württemberg	2.0	1.3
Bayern	1.5	1.4
Brandenburg	2.3	1.1
Hessen	2.1	1.4
Mecklenburg-Vorpommern	4.4	1.0
Nordrhein-Westfalen	2.2	1.8
Niedersachsen	1.6	1.4
Rheinland-Pfalz	1.8	1.4
Saarland	1.6	1.3
Sachsen	1.9	1.5
Sachsen-Anhalt	7.1	4.2
Schleswig-Holstein	1.3	1.2
Thüringen	2.6	1.5

Closure of data gaps

In general, data gaps are closed by adopting the last value reported by official statistics.

For all Federal States, the 2005 census reported only the total number of ponies and heavy horses. Separate numbers of ponies and heavy horses were derived using the ratio of heavy to light horses given for 2003.

Uncertainty of activity data

The agricultural census records mainly animals that are kept on registered farms. It is assumed that this is only half the really existing population. There are no realistic possibilities to check the validity of this assumption.

This inventory presupposes a lognormal distribution of animal numbers. The application of a factor of 2 to define the upper limit of the 95 % confidence interval means that the difference between upper limit and the animal number applied is 100 %. The difference between the lower limit and the animal number applied is taken to be 50 %.

According to the recommendation in IPCC (2000)-6.14 for the calculation of the overall uncertainties for greenhouse gas and ammonia inventories based on Tier 1 approaches (see Chapters 15.6 and 15.7) the larger number is used to characterize the uncertainty. Hence, 100 % is used in this case.

7.1.1.2 Animal behaviour and grazing data / Tierverhalten und Weidehaltungsdaten

It is assumed that, when horses are outdoors part of the day, 90 % of the renal N is excreted within the stables while 100 % of the dung is dropped on the pasture.

Further assumptions concern the duration of the grazing period (180 d a^{-1}), with a daily grazing time of (10 h d^{-1}).

7.1.2 Methane from manure management – characteristic values / Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management - charakteristische Größen

Table 7.2: Horses, maximum methane producing capacity and methane conversion factors as used in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)

maximum methane producing capacity B_0	0.3	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$
<i>MCF</i> solid storage	0.02	$\text{kg kg}^{-1} \text{C}$
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{C}$

Schließen von Datenlücken

In der Regel werden Datenlücken durch Fortschreiben des letzten berichteten Wertes geschlossen.

2005 wurde für alle Bundesländer nur die Gesamtzahl von Ponys und Kleinpferden berichtet. Diese Zahl wurde aufgeteilt, indem das Verhältnis von Pony- zu Großpferdezahl von 2003 zugrunde gelegt wurde.

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die landwirtschaftliche Statistik erfasst nur Pferde in landwirtschaftlichen Betrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die tatsächlichen Pferdezahlen um den Faktor 2 größer sein können. Eine sinnvolle Möglichkeit zur Überprüfung besteht nicht.

Für das Inventar wird von einer lognormalen Verteilung der Tierzahlen ausgegangen. Aus dem Faktor 2 zur Definition der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles folgt, dass die Differenz zwischen oberer Grenze und verwendeter Tierzahl 100 % der verwendeten Tierzahl beträgt. Die Differenz zwischen verwendeter Tierzahl und unterer Grenze wird mit 50 % der verwendeten Tierzahl angenommen.

Entsprechend der Empfehlung in IPCC (2000)-6.14, wird im Zusammenhang mit dem Stufe-1-Verfahren zur Berechnung der Gesamtunsicherheit der Treibhausgas- und Ammoniakinventare (s. Kapitel 15.6 und 15.7) die größere Prozentzahl zur Charakterisierung der Unsicherheit verwendet, d. h. 100 %.

Es wird angenommen, dass während der Weidehaltung unabhängig von der täglichen Weidedauer 90 % des Harn-N im Stall ausgeschieden werden, dagegen aber 100 % des Kot-N auf der Weide.

Weiterhin wird angenommen, dass die Weideperiode 180 d a^{-1} beträgt und dass alle Tiere 10 h d^{-1} weiden.

7.1.3 *Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

Die Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 15.3 bis 15.5 beschrieben.

7.2 Heavy horses / Großpferde

The German inventory differentiates between heavy and light horses.

All horses whose size as measured from the top of the withers to the ground exceeds 14 hands or 148 cm are called heavy horses.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 7.3.

In Deutschland wird zwischen Großpferden, Kleinpferden und Ponys unterschieden.

Großpferde sind dabei alle Pferde mit einem Stockmaß von 148 cm und mehr.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 7.3 zusammengestellten Verfahren.

Table 7.3: Heavy horses, calculation procedures applied

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

7.2.1 Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf

7.2.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4). These data are biased and have to be corrected as described in Chapter 7.1.1, where also animal number uncertainty is addressed.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4). Die angegebenen Daten müssen wie in Kapitel 7.1.1 beschrieben korrigiert werden. Zur Unsicherheit der Tierzahlen siehe ebenfalls Kapitel 7.1.1.

7.2.1.2 Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf

The mean weight of heavy horses is assumed to be 550 kg an⁻¹. “Occasional work“ is typical for heavy horses.

Such horses have a gross energy intake of 110 MJ an⁻¹ d⁻¹ (Blum, 2002) and an intake of metabolisable energy of 89 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, pg. 54).

Als mittleres Gewicht für Großpferde werden in diesem Inventar 550 kg an⁻¹ angesetzt. Typisch für Großpferde ist “leichte Arbeit“.

Solche Pferde haben eine Gesamtenergieaufnahme von 110 MJ an⁻¹ d⁻¹ (Blum, 2002) und eine Aufnahme von umsetzbarer Energie von 89 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, S. 54).

7.2.2 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

According to IPCC(1996)-4.10 and IPCC(2006)-10.28, the default emission factor for enteric fermentation of horses is 18 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄, and is given for a typical weight of 550 kg an⁻¹.

Nach IPCC(1996)-4.10 und IPCC(2006)-10.28 beträgt der Default-Wert für die Emission aus der Verdauung 18 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄ für Pferde mit einem mittleren Gewicht von 550 kg an⁻¹.

Uncertainty of emission factors

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than ± 30 % and may be uncertain to ± 50 %.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

7.2.3 *Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

The amounts of "volatile solids" (VS) excreted, the maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) were taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively (see Table 7.2).

The VS excretion rate amounts to 2.13 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS.

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 entnommen (siehe Table 7.2).

Die VS-Ausscheidungen betragen 2,13 kg pl⁻¹ d⁻¹ VS.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used linking emissions to VS excretion rates. Solid manure is treated in the same way as for other herbivores.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 falls slightly below that of IPCC 1996.

The methane conversion factor for solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996, the MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

The resulting CH₄ emission exceeds that obtained from the application of IPCC 1996 parameters.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein Stufe-2-Ansatz verbindet die Emissionen mit VS-Ausscheidungen. Festmist wird dabei so behandelt wie bei den übrigen Pflanzenfressern.

Die in IPCC 2006 angegeben maximale Methan-Freisetzungskapazität ist ein wenig geringer als die in IPCC 1996 vorgeschlagene.

Der in IPCC 2006 angegebene Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist ist größer als der in IPCC 1996; für Weidegang geben beide Richtlinien den gleichen Wert.

Die resultierenden CH₄-Emissionen sind größer als die bei Anwendung von IPCC 1996 berechneten.

7.2.4 *NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

No procedure to assess NMVOC emissions from horses is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Pferdehaltung ist kein Verfahren verfügbar.

7.2.5 *Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies*

7.2.5.1 *N excretion / N-Ausscheidung*

According to DLG (2005), pg 55, saddle-horses with a weight of 500 to 600 kg an⁻¹ with mixed stabling and grazing and occasional work excrete 53.6 kg an⁻¹ a⁻¹ N. 0.4 kg kg⁻¹ are assumed to be TAN.

Nach DLG (2005), S. 55, werden von Reitpferden bei gemischter Stall-/Weidehaltung (Gewicht 500 bis 600 kg an⁻¹) und leichter Arbeit 53,6 kg an⁻¹ a⁻¹ N ausgeschieden. Der TAN-Anteil wird zu 0,4 kg kg⁻¹ angenommen.

7.2.5.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.6. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

In the Inventory, the amount of straw is $8 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (KTBL, 2006b, pg. 640) or $34.4 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ($17.2 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$, respectively).

7.2.5.3 *Emissions factors / Emissionsfaktoren*

EMEP(2007)-B1090-9 recommends a NH_3 emission factor of $5.1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ for house and manure management that relates to a N excretion rate of $50 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$. If one assumes a TAN content of 0.4 kg kg^{-1} , the TAN related emission factor amounts to $EF_{\text{NH}_3} = 0.3 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$.

The implied emission factor for housing then is $6.4 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ (using the N excretion given in Chapter 7.2.5.1).

The emission factor for manure management proposed in IPCC(2006)-11.11 (0.005 kg kg^{-1} related to N excreted) is used. The derived emission factors for NO and N_2 are 0.0005 and 0.015 kg kg^{-1} , respectively.

The methodology used for beef cattle is applied by analogy.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2007)-B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH_3 emission factors.

If one considers N fluxes as in Chapter 15.3.1, a Gaussian error propagation calculation leads to an uncertainty of 16.5 %. A normal distribution is assumed.

The emission factors for N_2O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

Again, if one considers N fluxes as in Chapter 15.3.1, a Gaussian error propagation calculation leads to an uncertainty of 53 %. A normal distribution is assumed.

7.2.6 *Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub*

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

The emission factors used are listed in Table 7.4 (EMEP(2007) B1100).

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren.

Die Menge der Einstreu beträgt im Inventar $8 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh (KTBL, 2006b, S. 640) bzw. $34.4 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (entsprechend $17.2 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$).

EMEP(2007)-B1090-9 gibt für Stall und Wirtschaftsdünger-Management eine NH_3 -Emission von $5,1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ an, der eine N-Ausscheidungen von $50 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ zugrunde gelegt wird. Bei dem angenommenen TAN-Gehalt von $0,4 \text{ kg kg}^{-1}$ folgt daraus $EF_{\text{NH}_3} = 0,3 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$, bezogen auf TAN.

Der platzbezogene Emissionsfaktor beträgt dann aufgrund der in Kapitel 7.2.5.1 genannten N-Ausscheidung $6,4 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

Der N_2O -Emissionsfaktor für das Wirtschaftsdünger-Management beträgt $0,005 \text{ kg kg}^{-1}$ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N_2 $0,0005$ bzw. $0,015 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Das Berechnungsverfahren für Mastrinder wird sinngemäß angewandt.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2007)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH_3 -Emissionsfaktoren an.

Unter Berücksichtigung des N-Fluss-Schemas (s. Kapitel 15.3.1) erhält man mit der Gaußschen Fehlerrechnung eine Unsicherheit von 16,5 %. Es wird Normalverteilung angenommen.

Die Emissionsfaktoren für N_2O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Unter Berücksichtigung des N-Fluss-Schemas (s. Kapitel 15.3.1) lässt sich für N_2O eine Unsicherheit von 53 % annehmen (Normalverteilung).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 7.4 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

Table 7.4: Horses, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2,5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Horses	Solid	0.18	0.12

Source: EMEP(2007)-B1100-5

7.2.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 7.5: Heavy horses, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.16	
		CH ₄ manure management	EM1005.16	
		NMVOG		
		NH ₃	EM1009.18	
		N ₂ O	EM1009.84	EM1009.86
		NO	EM1009.146	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.22	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.16	
		CH ₄ manure management	IEF1005.16	
		NMVOG		
		NH ₃	IEF1009.15	
		N ₂ O	IEF1009.72	IEF1009.74
		NO	IEF1009.109	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.125	AI1005PSH.133

7.3 Light horses and ponies / Kleinpferde und Ponys

The German inventory differentiates between heavy and light horses.

All horses whose size as measured from the top of the withers to the ground falls below 14 hands or 148 cm are called light horses.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 7.6.

In Deutschland wird zwischen Großpferden, Kleinpferden und Ponys unterschieden.

Kleinpferde und Ponys sind dabei alle Pferde mit einem Stockmaß von weniger als 148 cm.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 7.6 zusammengestellten Verfahren.

Table 7.6: Light horses and ponies, calculation procedures applied

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

7.3.1 Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf

7.3.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are provided by the Statistical offices of the Länder (StatLA C III 1 – vj 4). These data are biased and have to be corrected as described in Chapter 7.1.1, where also animal number uncertainty is addressed.

Tierzahlen werden von den Statistischen Landesämtern bereitgestellt (StatLA C III 1 – vj 4). Die angegebenen Daten müssen wie in Kapitel 7.1.1 beschrieben korrigiert werden. Zur Unsicherheit der Tierzahlen siehe ebenfalls Kapitel 7.1.1.

7.3.1.2 Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf

In this inventory, the mean weight of light horses is assumed to be 300 kg an⁻¹. “Occasional work“ is typical for light horses.

Such horses have metabolisable energy requirements of 57.5 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, pg. 54).

Als mittleres Gewicht für Kleinpferde werden in diesem Inventar 300 kg an⁻¹ angesetzt. Typisch für Kleinpferde ist “leichte Arbeit”.

Solche Pferde haben einen Bedarf an umsetzbarer Energie von 57,5 MJ an⁻¹ d⁻¹ (DLG, 2005, S. 54).

7.3.2 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

According to the ratio of digestible energy requirements For light horses and ponies a reduced energy intake (two thirds of heavy horses) is assumed and a reduced emission factor of 12 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄ is used.

Entsprechend dem Verhältnis im Bedarf an verdaulicher Energie wird für Kleinpferde und Ponys eine gegenüber Großpferden um ein Drittel geringere Energieaufnahme und entsprechend ein Emissionsfaktor von 12 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄ angenommen.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

IPCC 1996 and 2006 fail to provide an adequate default emission factor for light horses and ponies.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Weder IPCC 1996 noch IPCC 2006 erlauben eine adequate Beschreibung von Kleinpferden und Ponys.

The definition of horses given in IPCC 1996 and 2006 applies to heavy horses (size, weight, energy requirements). This inventory differentiates light horses and ponies with respect to their different properties. In order to derive emission factors the ratio between GE intakes and emission factors is assumed to be constant (see above).

Uncertainty of emission factor

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than $\pm 30\%$ and may be uncertain to $\pm 50\%$.

The inventory assumes an uncertainty of 30% which is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

7.3.3 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

The amounts of "volatile solids" (VS) excreted, the maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) were taken from IPCC(2006)-10.44 ff and IPCC(2006)-10.82, respectively (see Table 7.2).

The VS excretion rate is derived from that of heavy horses according to the reduction of the energy input and amounts to $1.38 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ VS}$.

The German inventory no longer considers potential CH_4 emissions from straw in systems with bedding..

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used linking emissions to VS excretion rates. Solid manure is treated in the same way as for other herbivores.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 falls slightly below that of IPCC 1996.

The methane conversion factor for solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996, the MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

The resulting CH_4 emission exceeds that obtained from the application of IPCC 1996 parameters.

7.3.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

No procedure to assess NMVOC emissions from

Die in IPCC 1996 und 2006 verwendeten Definitionen (Größe, Gewicht, Energiebedarf) beziehen sich ausschließlich auf Großpferde. Dieses Inventar differenziert zwischen Groß- und Kleinpferden angesichts der Unterschiede in diesen Eigenschaften. Dabei wird ein proportionaler Zusammenhang zwischen GE-Aufnahme und Emissionsfaktor angenommen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30% , wobei auch Werte bis 50% für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 30% ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(2006)-10.44 ff bzw. IPCC(2006)-10.82 entnommen (siehe Table 7.2).

Die VS-Ausscheidungen werden analog zur Reduktion des Energiebedarfs aus denen für Großpferde abgeleitet und betragen $1,38 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ VS}$.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein Stufe-2-Ansatz verbindet die Emissionen mit VS-Ausscheidungen. Festmist wird dabei so behandelt wie bei den übrigen Pflanzenfressern.

Die in IPCC 2006 angegebene maximale Methan-Freisetzungskapazität ist ein wenig geringer als die in IPCC 1996 vorgeschlagene.

Der in IPCC 2006 angegebene Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist ist größer als der in IPCC 1996; für Weidegang geben beide Richtlinien den gleichen Wert.

Die resultierenden CH_4 -Emissionen sind größer als die bei Anwendung von IPCC 1996 berechneten.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen

horses is available.

aus der Pferdehaltung ist kein Verfahren verfügbar.

7.3.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

7.3.5.1 N excretion / N-Ausscheidung

According to DLG (2005), pg 55, light horses with a weight of 300 kg an⁻¹ with mixed stabling and grazing and occasional work excrete 33.4 kg an⁻¹ a⁻¹ N. 0.40 kg kg⁻¹ are assumed to be TAN.

Nach DLG (2005), S. 55, werden von Reitponys bei gemischter Stall-/Weidehaltung (Gewicht 300 kg an⁻¹) und leichter Arbeit 33,4 kg an⁻¹ a⁻¹ N ausgeschieden. Annahme zum TAN-Anteil: 0,40 kg kg⁻¹.

7.3.5.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.6. All straw N is considered to be organic N, of which 50 % may mineralise to TAN during storage.

Due to lack of data, assumptions have to be made for the amount of bedding material. In relation to the amount used with heavy horses (8 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw), 5 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw containing 21.5·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N or 10.8·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN are used.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagerens zu TAN mineralisieren.

In Ermangelung von Daten wird für die Menge der Einstreu (in Relation zu 8 kg pl⁻¹ d⁻¹ bei Großpferden) 5 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 21,5·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N angenommen (entsprechend 10,8·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN).

7.3.5.3 Emissions factors / Emissionsfaktoren

EMEP(2007)-B1090-9 recommends a NH₃ emission factor of 5.1 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃ for house and manure management that relates to a N excretion rate of 50 kg pl⁻¹ a⁻¹ N. If one assumes a TAN content of 0.4 kg kg⁻¹, the TAN related emission factor amounts to $EF_{NH_3} = 0.3 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$.

The implied emission factor for housing then is 4.0 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃ (using the N excretion given in Chapter 7.3.5.1).

The N₂O emission factor for manure management proposed in IPCC(2006)-11.11 (0.005 kg kg⁻¹ related to N excreted) is used. The derived emission factors for NO and N₂ are 0.0005 and 0.015 kg kg⁻¹, respectively.

The methodology used for beef cattle is applied by analogy.

EMEP(2007)-B1090-9 gibt für Stall und Wirtschaftsdünger-Management eine NH₃-Emission von 5,1 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃ an, der eine N-Ausscheidungen von 50 kg pl⁻¹ a⁻¹ N zugrunde gelegt wird. Bei dem angenommenen TAN-Gehalt von 0,4 kg kg⁻¹ folgt daraus $EF_{NH_3} = 0,3 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$, bezogen auf TAN.

Der platzbezogene Emissionsfaktor beträgt dann aufgrund der in Kapitel 7.3.5.1 genannten N-Ausscheidung 4,0 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃.

Der N₂O-Emissionsfaktor für das Wirtschaftsdünger-Management beträgt 0,005 kg kg⁻¹ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N₂ 0,0005 bzw. 0,015 kg kg⁻¹ N.

Das Berechnungsverfahren für Mastrinder wird sinngemäß angewandt.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2007)-B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors.

If one considers N fluxes as in Chapter 15.3.1, a Gaussian error propagation calculation leads to an uncertainty of 16.5 %. A normal distribution is assumed.

The emission factors for N₂O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

Again, if one considers N fluxes as in Chapter 15.3.1, a Gaussian error propagation calculation leads

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2007)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an.

Unter Berücksichtigung des N-Fluss-Schemas (s. Kapitel 15.3.1) erhält man mit der Gaußschen Fehlerrechnung eine Unsicherheit von 16,5 %. Es wird Normalverteilung angenommen.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Unter Berücksichtigung des N-Fluss-Schemas (s.

to an uncertainty of 53 %. A normal distribution is assumed.

Kapitel 15.3.1) lässt sich für N₂O eine Unsicherheit von 53 % annehmen (Normalverteilung).

7.3.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

For light horses and ponies, no specific emission factors have been reported. The emission factors for horses are used instead.

The emission factors used are listed in Table 7.4 (EMEP(2007) B1100).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Eigene Emissionsfaktoren für Kleinpferde und Ponys existieren nicht. Die Emissionsfaktoren für Pferde werden übernommen

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 7.4 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

7.3.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 7.7: Light horses and ponies, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.17	
		CH ₄ manure management	EM1005.17	
		NMVOC		
		NH ₃	EM1009.19	
		N ₂ O	EM1009.87	EM1009.89
		NO	EM1009.147	
		PM ₁₀ PM _{2.5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.23	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.17	
		CH ₄ manure management	IEF1005.17	
		NMVOC		
		NH ₃	IEF1009.16	
		N ₂ O	IEF1009.75	IEF1009.77
		NO	IEF1009.110	
		PM ₁₀ PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.134	AI1005PSH.142

7.4 Horses – collective description / Pferde - zusammenfassende Daten

7.4.1.1 Animal weight / Tiergewicht

The mean weight of all horses is derived from the weighted mean of the weights of heavy horses and light horses. The mean weight varies only very slightly with time. Averaging over the years from 1990 to 2007 yields 484 kg an⁻¹.

Das mittlere Gewicht aller Pferde ergibt sich aus der gewichteten Mittelung der Gewichte von Großpferden sowie Kleinpferden und Ponys. Die zeitliche Variation des mittleren Gewichtes ist sehr gering. Der Mittelwert über die Jahre 1990 bis 2007 beträgt 484 kg an⁻¹.

7.4.1.2 Mean VS and N excretion rates / Mittlere VS- und N-Ausscheidungen

The total of VS and N excretions is divided by the total number of horses:

Die Summe aller VS- und N-Ausscheidungen wird durch die Gesamtzahl der Pferde dividiert:

$$VS_{\text{mean, horses}} = \frac{n_{\text{ho}}^* \cdot VS_{\text{mean, ho}} + n_{\text{po}}^* \cdot VS_{\text{mean, po}}}{n_{\text{ho}}^* + n_{\text{po}}^*} \quad (7.2)$$

$$m_{\text{excr, mean, horses}} = \frac{n_{\text{ho}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, ho}} + n_{\text{po}}^* \cdot m_{\text{excr, mean, po}}}{n_{\text{ho}}^* + n_{\text{po}}^*} \quad (7.3)$$

where

$VS_{\text{mean, horses}}$	mean amount of VS excreted by horses (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ VS)
n_{ho}^*	corrected number of heavy horses (in pl)
$VS_{\text{mean, ho}}$	mean amount of V excreted by heavy horses (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
n_{po}^*	corrected number of light horses and ponies (in pl)
$m_{\text{excr, mean, horses}}$	mean amount of N excreted by horses (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

7.4.1.3 Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

In Table 7.8 a comparison is made of implied emission factors (IEF) and emission explaining variables between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

In Table 7.8 erfolgt eine Gegenüberstellung effektiver Emissionsfaktoren (IEF) und emissionserklärender Variablen für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist. Die Daten des vorliegenden Inventars werden den zuletzt veröffentlichten der anderen Länder gegenüber gestellt.

Germany calculates a VS excretion which is marginally lower than the IPCC default value and comparable to that reported by other countries (except for the Danish value which cannot be explained).

Die deutsche VS-Ausscheidung liegt im üblichen Rahmen (abgesehen von dem an dieser Stelle nicht nachvollziehbaren dänischen Wert) und dabei etwas niedriger als der default-Wert von IPCC.

The N excretions reported by Austria, Danmark, Germany and Switzerland are calculated. By and large, these data are comparable to the default N excretion value of 50 kg pl⁻¹ a⁻¹ (EMEP(2007)-B1090-9, Table 4.1), which is used by the United Kingdom. However, the Czech Republic, France and Poland make use of a N excretion which corresponds to half the EMEP default value. This lower N excretion rate essentially contributes to a lower NH₃ emission per place and year.

Die N-Ausscheidungen von Österreich, Dänemark, Deutschland und der Schweiz sind berechnet. Sie sind im Wesentlichen mit dem default-Wert von 50 kg pl⁻¹ a⁻¹ (EMEP(2007)-B1090-9, Table 4.1) vergleichbar, wie er vom Vereinigten Königreich verwendet wird. Die Tschechische Republik, Frankreich und Polen rechnen dagegen mit 50 % der default-Ausscheidung, was wesentlich zu einem vergleichbar niedrigen platzbezogenen NH₃-Emissionsfaktor beiträgt.

The comparison of the implied emission factors for CH₄ from enteric fermentation with those of neighbouring countries reveals that German data fall

Die resultierenden Emissionsfaktoren für CH₄ aus der Verdauung sind in Deutschland geringer als in benachbarten Länder. Dies ergibt sich daraus, dass in

below all other data. This results from the fact that a considerable number of German horses is rated as light horses or ponies, while the data underlying the respective emission factor default value definitely applies to heavy horses only.

CH₄ emissions from manure management differ considerably between the various states.

For NH₃, emission factors are in the same order of magnitude as those from Switzerland and the United Kingdom.

Deutschland eine erheblicher Anteil der Pferde aus Kleinpferden und Ponys besteht, während die den default-Werten zu Grunde liegenden Leistungsdaten nur für Großpferde zutreffen.

Die CH₄-Emissionsfaktoren für Wirtschaftsdünger-Management der einzelnen Staaten unterscheiden sich erheblich.

Bei den NH₃-Emissionen sind die Daten aus der Schweiz und aus dem Vereinigten Königreich mit den deutschen Werten vergleichbar.

Table 7.8: Horses, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (Germany: submission 2010, all other countries: submission 2009)

	mean animal weight in kg an ⁻¹	VS excretion kg pl ⁻¹ d ⁻¹	N excretion kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH _{4,ent} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	CH _{4,MM} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NH ₃ in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N ₂ O in kg pl ⁻¹ a ⁻¹	NO in kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Austria	238	1.72	47.90	18.00	1.39	8.4 ¹		
Belgium				18.00	3.27	3.2		
Czech Republic			25.00	18.00	1.39	9.2		
Denmark	600	2.60	39.56	21.81	1.56	4.9		
Germany	484	1.92	48.03	16.34	2.53	13.7	0.35	0.047
France		1.72	25.00	21.78	2.10	7.1		
Netherlands				18.00	2.85	9.7		
Poland	238	1.72	25.00	18.00	1.39	9.7		
Switzerland		1.72	42.39	23.38	1.39	21.0		
United Kingdom			50.00	18.00	1.40	12.8		
IPCC default (IPCC(2006)-10.28, 10.82) Western Europe, cool region, developed countries	550 (10.28) 377 (10.82)	2.13		18.00	1.56			

Sources: UNFCCC 2009, Table 4.A, 4.B; EMEP (2009)
¹ reported in submission 2008

7.4.2 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 7.9: Horses, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.18	
		CH ₄ manure management	EM1005.18	
		NMVOG		
		NH ₃	EM1009.20	
		N ₂ O	EM1009.90	EM1009.92
		NO	EM1009.148	
		PM ₁₀	EM1010.14	
		PM _{2.5}	EM1010.34	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.24	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.18	
		CH ₄ manure management	IEF1005.18	
		NMVOG		
		NH ₃	IEF1009.17	
		N ₂ O	IEF1009.78	IEF1009.80
		NO	IEF1009.111	
		PM ₁₀	IEF1010.13	
		PM _{2.5}	IEF1010.31	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005PSH.143	AI1005PSH.162
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.52	EXCR.54

7.5 Mules and asses / Maultiere und Esel

Due to their small populations and the lack of importance, mules and asses are not registered in the German official statistics. National animal numbers have to be obtained from the “Interessengemeinschaft Esel und Maultiere” (IGEM) ¹⁶.

Information on management systems and animal performance data are not available also.

This inventory follows the recommendations of the Expert Review Team (Centralized Review, 2008) to treat mules and asses in the same way as light horses and ponys.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 7.6.

Maultiere und Esel werden wegen ihrer geringen Verbreitung und Bedeutung in Deutschland nicht durch die offiziellen Statistiken erfasst, so dass auf die nationalen Tierzahlen der Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere (IGEM) ¹⁶ zurückgegriffen werden muss.

Beschreibungen von Haltungsformen und Leistungsdaten sind ebenfalls nicht verfügbar.

Dem Vorschlag des Expert Review Teams im Centralized Review 2008 folgend werden Maultiere und Esel im Inventar wie Kleinpferde behandelt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 7.6 zusammengestellten Verfahren.

Table 7.10: Mules and asses, calculation procedures applied

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

7.5.1 Activity and performance data, energy requirements /Aktivitäts- und Leistungsdaten, Energiebedarf

7.5.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Due to lack of official data, this inventory uses the population data provided by “Interessengemeinschaft Esel und Maultiere” (IGEM) as communicated by Deutsches Eselstammbuch (2003) (private communication). They assume 6000 to 8000 asses and about 500 mules. Hence, this inventory includes 8500 mules and asses. This number is assumed to be constant within in the period of reporting due to lack of information.

The uncertainty of the animal numbers used is unknown.

This inventory presupposes a lognormal distribution of animal numbers. The application of a factor of 2 to define the upper limit of the 95 % confidence interval means that the difference between upper limit and the animal number applied is 100 %. The difference between the lower limit and the animal number applied is taken to be 50 %.

According to the recommendation in IPCC (2000)-6.14 for the calculation of the overall uncertainties for greenhouse gas and ammonia inventories based on Tier 1 approaches (see Chapters 15.6 and 15.7) the

In Ermangelung von offiziell erhobenen Tierzahlen werden dem Inventar die von der Interessengemeinschaft für Esel und Maultiere (IGEM) bereitgestellten Zahlen zugrunde gelegt (Deutsches Eselstammbuch, 2003, persönliche Mitteilung): 6000 bis 8000 Esel und ca. 500 Maultiere. Im Inventar wird daher mit 8500 Tieren gerechnet, wobei in Ermangelung einer Zeitreihe diese Tierzahl im Berichtszeitraum als konstant angenommen werden muss.

Die Unsicherheit der verwendeten Tierzahl ist nicht bekannt. Für das Inventar wird von einer lognormalen Verteilung der Tierzahlen ausgegangen, mit der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles beim Zweifachen und der unteren Grenze bei der Hälfte der verwendeten Tierzahl. Somit liegt die Differenz zwischen oberer Grenze und verwendeter Tierzahl bei 100 % der verwendeten Tierzahl, die Differenz zwischen verwendeter Tierzahl und unterer Grenze bei 50 % der verwendeten Tierzahl.

Entsprechend der Empfehlung in IPCC (2000)-6.14, wird im Zusammenhang mit dem Stufe-1-Verfahren zur Berechnung der Gesamtunsicherheit der

¹⁶ Asses and Mules Society

larger number is used to characterize the uncertainty. Hence, 100 % is used in this case.

Treibhausgas- und Ammoniakinventare (s. Kapitel 15.6 und 15.7) die größere Prozentzahl zur Charakterisierung der Unsicherheit verwendet, d. h. 100 %.

7.5.1.2 *Animal performance and energy requirements / Leistungsdaten und Energiebedarf*

In Germany, no official data are available for the live weight of mules and asses.

IPCC (1996) does not provide relevant information. In IPCC (2006) two weights are mentioned: 245 kg an⁻¹ (IPCC, 2006-10.28) und 130 kg an⁻¹ (IPCC, 2006-10.82). The latter is assumed to be applicable to the German situation. However, for the time being, animal weights are not considered in emission calculations.

IPCC (1996)-4.35 quotes daily GE requirements of 60 MJ an⁻¹ d⁻¹. This value is also not used in emission calculations (see Chapter 7.5.2).

As no descriptions of animal performance and manure management and their variation in time and space are available, the data describing horses are used instead:

Animals are grazed 180 days per year and 10 hours per day.

With excretion habits, the behaviour of horses is used.

With respect to the share of pregnant animals, no information is available (NE).

Für das mittlere Gewicht von Maultieren und Eseln in Deutschland gibt es keine offizielle Angabe.

IPCC(1996) macht dazu ebenfalls keine Angabe. In IPCC(2006) finden sich zwei verschiedene Werte: 245 kg an⁻¹ (IPCC, 2006-10.28) und 130 kg an⁻¹ (IPCC, 2006-10.82). Der höhere dieser beiden Werte wird als der plausible eingeschätzt. Eine genauere Bestimmung erübrigt sich zurzeit, da das Gewicht nicht in die Emissionsberechnung eingeht.

IPCC (1996)-4.35 gibt für den täglichen GE-Bedarf 60 MJ an⁻¹ d⁻¹ an. Mit diesem Wert wird ebenfalls nicht gerechnet, s. Kapitel 0.

Da keine Beschreibungen von Haltungsformen und Leistungsdaten sowie deren räumliche und zeitliche Verteilung verfügbar sind, werden die Daten für Pferde übernommen:

Es werden 180 Tage Weidegang im Jahr mit 10 Stunden pro Tag angenommen.

Das Ausscheidungsverhalten wird wie bei den Pferden angenommen.

Angaben zum Anteil trächtiger Tiere liegen nicht vor (NE).

7.5.2 *Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung*

A Tier 1 approach is used as described in Chapter 3.3.2.1. IPCC (1996) fails to give an emission factor. IPCC (2006)-10.28 recommends an emission factor of 10 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄. This factor is used in the inventory.

Es wird mit einem Stufe-1-Verfahren gerechnet, s. Kapitel 3.3.2.1. IPCC (1996) macht keine Angabe zum Emissionsfaktor. Daher wird nach IPCC (2006)-10.28 ein Emissionsfaktor von 10 kg an⁻¹ a⁻¹ CH₄ angenommen.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than ± 30 % and may be uncertain to ± 50 %.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

7.5.3 *Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

As comprehensive information is missing in IPCC (1996), the amounts of daily excreted volatile solids (VS) and the maximum methane production capacity (B_0) as given in IPCC (2006)-10.82 are used (VS excretion: 0.94 kg an⁻¹ d⁻¹; $B_0 = 0.33 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{ (kg VS)}^{-1}$). In agreement with the treatment of other herbivores,

In Ermangelung umfassender Angaben in IPCC (1996) werden die Menge an täglich ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximale Methan-Freisetzungskapazität (B_0) aus IPCC(2006)-10.82 entnommen (VS-Ausscheidung: 0,94 kg an⁻¹ d⁻¹; $B_0 = 0,33 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{ (kg VS)}^{-1}$). Konsistent mit den ande-

a methane conversion factor (*MCF*) of 2 % is assumed. For grazing, the value of 1 % for grazing as proposed in IPCC (2006)-10.82 is used.

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

IPCC 2006, Table 10.15, gives a default emission factor of 0.76 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄, which reflects all-year-round grazing as can be recalculated from the data set provided in Table 10A-9.

This inventory makes use of the default VS excretion rate and default B₀ listed in Table 10A-9 and combines them with German manure management system frequency distributions for horses.

The default emission factors provided in IPCC 2006 exceeds that given in IPCC 1996.

The German emission factor exceeds that of IPCC 2006.

ren Pflanzenfressern wird für Festmistssysteme ein Methan-Umwandlungsfaktor (*MCF*) von *MCF* = 2 % angenommen. Der in IPCC (2006)-10.82 angegebene Wert von 1 % wird für Weidegang verwendet.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

IPCC 2006, Tabelle 10.15, gibt einen Standard-Emissionfaktor von 0,76 kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄, der – wie die Rückrechnung anhand von Tabelle 10A-9 ergibt – ganzjährigen Weidegang voraussetzt.

Dieses Inventar benutzt die Standard-Werte für VS-Ausscheidung und B₀ wie in Tabelle 10A-9 und kombiniert sie mit nationalen Daten zum Wirtschaftsdünger-Management für Pferde.

Der in IPCC 2006 angegebene Standard-Emissionsfaktor ist größer als der in IPCC 1996.

Der für Deutschland berechnete Emissionsfaktor ist größer als der in IPCC 2006 vorgeschlagene.

7.5.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

No procedure to assess NMVOC emissions from mules and asses is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Maultier- und Eselhaltung ist kein Verfahren verfügbar.

7.5.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

7.5.5.1 N excretion / N-Ausscheidung

For mules and asses, no data is available for N excretion rates. The amounts used for light horses and ponys are used instead (see Chapter 7.3.5.1). N excretion is 33.4 kg an⁻¹ a⁻¹, the share of TAN is 0.40 kg kg⁻¹.

Für Maultiere und Esel sind keine Angaben zur N-Ausscheidung verfügbar. Es werden die für Kleinpferde und Ponys angesetzten Werte (Kapitel 7.3.5.1) übernommen: N-Ausscheidung 33,4 kg an⁻¹ a⁻¹ N, TAN-Anteil 0,40 kg kg⁻¹.

7.5.5.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

The N intake with bedding (straw) is taken into account. For the properties of straw see Chapter 3.6. Straw N is considered as organic N, 50 % of which can be mineralized during storage.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel 3.6. Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen, von dem 50 % während des Lagers zu TAN mineralisieren.

The amount of straw is the same as for light horses and ponys (see Chapter 7.3.5.2), i.e. 5 kg pl⁻¹ d⁻¹ straw with 21.5·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N or 10.8·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN.

Die Menge der Einstreu wird wie für Kleinpferde und Ponys (s. Kapitel 7.3.5.2) mit 5 kg pl⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 21,5·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ N angenommen (entsprechend 10,8·10⁻³ kg pl⁻¹ a⁻¹ TAN).

7.5.5.3 Emissions factors / Emissionsfaktoren

EMEP(2007)-B1090-9 recommends for horses a NH_3 emission factor of $5.1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ for house and manure management that relates to a N excretion rate of $50 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$. If one assumes a TAN content of 0.4 kg kg^{-1} , the TAN related emission factor amounts to $EF_{\text{NH}_3} = 0.3 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$. This emission factor is adopted for mules and asses.

The implied emission factor for housing then is $4.0 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ (using the N excretion given in Chapter 7.5.5.1).

The N_2O emission factor for manure management proposed in IPCC(2006)-11.11 (0.005 kg kg^{-1} related to N excreted) is used. The derived emission factors for NO and N_2 are 0.0005 and 0.015 kg kg^{-1} , respectively.

The calculation procedure for beef cattle is used by analogy.

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2007)-B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH_3 emission factors.

If one considers N fluxes as in Chapter 15.3.1, a Gaussian error propagation calculation leads to an uncertainty of 16.5 %. A normal distribution is assumed.

The emission factors for N_2O and NO are likely to be in the correct order of magnitude. IPCC(2006)-10.66 give a range of uncertainty of -50 bis +100 %.

Again, if one considers N fluxes as in Chapter 15.3.1, a Gaussian error propagation calculation leads to an uncertainty of 53 %. A normal distribution is assumed.

7.5.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

For mules and asses, no specific emission factors have been reported. The emission factors for horses are used instead.

The emission factors used are listed in Table 7.4 (EMEP(2007) B1100).

7.5.7 Compilation of emission results, activity data, and implied emission factors / Zusammenstellung von Emissionsergebnissen, Aktivität und effektiven Emissionsfaktoren,

Due to lack of information on the variation in time and space, emissions can only be calculated on the national scale. Emission factors are assumed to be constant with time. Table 7.11 compiles the data used in this inventory, i.e. emissions, activities and implied

EMEP(2007)-B1090-9 gibt für Stall und Wirtschaftsdünger-Management bei Pferden eine NH_3 -Emission von $5,1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ an, der eine N-Ausscheidungen von $50 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ zugrunde gelegt wird. Bei dem angenommenen TAN-Gehalt von $0,4 \text{ kg kg}^{-1}$ folgt daraus $EF_{\text{NH}_3} = 0,3 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$, bezogen auf TAN. Dieser Emissionsfaktor wird für Esel und Maultiere übernommen.

Der platzbezogene Emissionsfaktor beträgt dann aufgrund der in Kapitel 7.5.5.1 genannten N-Ausscheidung $4,0 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

Der N_2O -Emissionsfaktor für das Wirtschaftsdünger-Management beträgt $0,005 \text{ kg kg}^{-1}$ bezogen auf Gesamt-N (IPCC(2006)-11.11). Entsprechend betragen die Emissionsfaktoren für NO und N_2 $0,0005$ bzw. $0,015 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Das Berechnungsverfahren für Mastrinder wird sinngemäß angewandt.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2007)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH_3 -Emissionsfaktoren an.

Unter Berücksichtigung des N-Fluss-Schemas (s. Kapitel 15.3.1) erhält man mit der Gaußschen Fehlerrechnung eine Unsicherheit von 16,5 %. Es wird Normalverteilung angenommen.

Die Emissionsfaktoren für N_2O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig. IPCC(2006)-10.66 gibt einen Fehlerbereich von -50 bis +100 % an.

Unter Berücksichtigung des N-Fluss-Schemas (s. Kapitel 15.3.1) lässt sich für N_2O eine Unsicherheit von 53 % annehmen (Normalverteilung).

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Eigene Emissionsfaktoren für Maultiere und Esel existieren existieren nicht. Die Emissionsfaktoren für Pferde werden übernommen

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 7.4 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1100).

In Ermangelung von räumlich und zeitlich aufgelösten Eingabedaten können jährliche Emissionsergebnisse nur auf nationaler Ebene und konstant für den gesamten Berichtszeitraum berechnet werden. Table 7.11 zeigt die Zusammenstellung von Emissi-

emission factors (IEF).

onsergebnissen, Aktivität und effektiven Emissionsfaktoren (Implied Emission Factors, IEF).

Table 7.11: Mules and asses, compilation of input data and national emission results (constant in time)

Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	0.085	Gg a ⁻¹
		CH ₄ manure management	0.012	Gg a ⁻¹
		NM VOC	NE	
		NH ₃	0.080	Gg a ⁻¹
		N ₂ O	0.0021	Gg a ⁻¹
		NO	0.00028	Gg a ⁻¹
		PM ₁₀	0.0012	Gg a ⁻¹
		PM _{2.5}	0.00081	Gg a ⁻¹
Activity data	Aktivitäten		8500	heads
Implied Emission factors	Effektive Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	10	kg a ⁻¹
		CH ₄ manure management	1.36	kg a ⁻¹
		NH ₃	9.43	kg a ⁻¹
		N ₂ O	0.241	kg a ⁻¹
		NO	0.033	kg a ⁻¹
		PM ₁₀	0.14	kg a ⁻¹
		PM _{2.5}	0.10	kg a ⁻¹

7.5.8 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

The calculations for mules and asses were made only when the rest of the inventory was already established. The data tables for mules and asses could not be integrated adequately into the separate table sections for emissions, implied emission factors and additional informations. Hence, all the data tables for mules and asses are compiled within the single additional table section „MulesAsses“.

Die Berechnungen für Esel und Maultiere fanden erst nach der Erstellung des übrigen Inventars statt. Im Tabellenband konnten die zugehörigen Tabellen nicht mehr in die üblichen, nach Emissionen, resultierende Emissionsfaktoren und zusätzlichen Daten getrennten Tabellenbereiche integriert werden. Sie finden sich daher alle in dem zusätzlich eingerichteten Tabellenbereich „MulesAsses“.

Table 7.12: Heavy horses, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	MA.11	
		CH ₄ manure management	MA.12	
		NM VOC		
		NH ₃	MA.13	
		N ₂ O	MA.14	MA.16
		NO	MA.17	
		PM ₁₀	MA.18	
		PM _{2.5}	MA.19	
Activity data	Aktivitäten		MA.01	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	MA.02	
		CH ₄ manure management	MA.03	
		NM VOC		
		NH ₃	MA.04	
		N ₂ O	MA.05	MA.07
		NO	MA.08	
		PM ₁₀	MA.09	
		PM _{2.5}	MA.10	
Additional information	zusätzliche Informationen		MA.20	MA.26

8 Other mammals / Andere Säugetiere

8.1 Fur animals / Pelztier

Fur animals are not a key category. The aim of the following description is to prove that this animal category is negligible for the purpose of emission reporting.

In Germany, emission factors are available only for minks and foxes. Hence, the German inventory deals with minks and foxes only.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 8.1.

Pelztier sind keine Hauptquellgruppe. Die nachfolgende Darstellung hat zum Ziel, nachzuweisen, dass die Behandlung dieser Tiergruppe im Emissionsinventar überflüssig ist.

Das deutsche Inventar berücksichtigt nur Nerze und Füchse, da nur für diese Tiere Emissionsfaktoren verfügbar sind.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 8.1: Fur animals, calculation procedures applied

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

8.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

In Germany, the number of fur animals kept is small. Animal categories and numbers are listed in Table 8.2. Although heavy restrictions are imposed on fur animal husbandry, a ban of fur production is unlikely in the near future.

Animal numbers for fur animals are not part of the official statistics. The Federal Ministry of Consumer Protection, Nutrition and Agriculture obtained animal numbers for the year 2000 by inquiry from the respective Länder departments. The animal numbers reported are listed in Table 8.2. For rabbits no animal numbers are available. The reconstruction of a time series of animal numbers is unlikely to be successful

In Deutschland werden Pelztier in geringem Umfang gehalten. Zu den Arten und Tierzahlen siehe Table 8.2. Für die Pelztierhaltung wurden zwar erheblichen Auflagen gemacht. Ein Verbot der Pelztierhaltung ist jedoch in näherer Zukunft nicht zu erwarten.

Tierzahlen für Pelztier werden nicht offiziell erhoben. Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft hat die Zahlen für das Jahr 2000 durch Umfragen bei den entsprechenden Länderdienststellen erfragt. Die ermittelten Tierzahlen sind in Table 8.2 zusammengestellt. Für Kaninchen liegen keine Zahlen vor. Die Rekonstruktion von Tierzahlzeitreihen erscheint nicht möglich.

Table 8.2: Fur animals, animal numbers 2000, data obtained by inquiry

	Minks	Foxes	Nutrias	Chinchillas	Hamsters	Gerbils
BW	0	0	80	1300	0	0
BY	500	100	0	0	0	0
BB	2600	0	0	0	0	0
HE	0	0	0	0	0	0
MV	15000	0	0	0	0	0
NS	45000					
NW	12000	0	0	200	0	0
RP	0	0	0	400	0	0
SL	0	0	0	0	0	0
SN	5000	0	0	686	0	0
ST	750	50	0	0	0	0
SH	8000	0	0	150	0	0
TH	0	0	0	1778	6832	200
StSt	0	0	0	0	0	0
Germany	88850	150	80	4514	6832	200

8.1.2 *Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung*

For methane emissions from fur animals originating from enteric fermentation, IPCC(2006)-10.26 ff does not provide a methodology.

Für Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Pelztieren wird bei IPCC(2006)-10.26 ff kein Verfahren angegeben.

8.1.3 *CH₄ emissions from manure management / CH₄-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

Exemplary calculations were performed for the year 2000, and resulted in a national subtotal of 0.07 Gg a⁻¹ CH₄. In the light of a national total in the order of magnitude of 11000 Gg a⁻¹ the contribution by fur animals is disregarded. A time series of activities was not established.

Für das Jahr 2000 beispielhaft durchgeführte Rechnungen ergaben eine nationale Emission von etwa 0,07 Gg a⁻¹ CH₄. Angesichts einer nationalen Gesamtemission von größenordnungsmäßig 11000 Gg a⁻¹ wird der Beitrag durch Pelztiere vernachlässigt. Eine Zeitreihe der Aktivitäten wurde nicht erstellt.

Uncertainty of emission factors

Any considerations of uncertainties are thought to be unnecessary.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Betrachtungen zur Unsicherheit der Ergebnisse erübrigen sich.

8.1.4 *NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

No procedure to assess NMVOC emissions from fur animals is available.

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Pelztierhaltung ist kein Verfahren verfügbar.

8.1.5 *Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies*

The approach combines default values for N excretion with default emission factors.

Das Verfahren kombiniert default-Werte für Ausscheidungen mit default-Emissionsfaktoren.

NH₃ emission factors exist for the carnivores among fur animals, i.e. for minks and foxes. Hence, the German inventory deals with minks and foxes only.

NH₃-Emissionsfaktoren existieren nur für die Fleischfresser unter diesen Pelztieren, d. h. Nerze und Füchse. Das deutsche Inventar berücksichtigt daher nur Nerze und Füchse.

Emission factor relate to the number of mothers and include the cubs.

Die Emissionsfaktoren beziehen sich auf die Anzahl der Muttertiere und schließen die Ausscheidungen der Jungtiere mit ein.

Bedding material is not considered.

Einstreu wird nicht berücksichtigt.

8.1.5.1 *N excretion / N-Ausscheidung*

The respective N excretion rates are obtained from IPCC(2006)-10.59.

Die N-Ausscheidungen sind bei IPCC(2006)-10.59 angegeben:

minks	4.59 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N
foxes	12.09 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N

Nerze	4,59 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N
Füchse	12,09 kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N

This leads to an mean N excretion rate of fur animals of 4.60 kg pl⁻¹ a⁻¹ N.

Daraus folgt eine mittlere Ausscheidung von 4,60 kg pl⁻¹ a⁻¹ N.

8.1.5.2 Emissions factors / Emissionsfaktoren

For housing, EMEP(2007)-B1090.9 suggests an emission factor of $EF_{NH_3} = 0.169 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ which is related to an N excretion of $4.1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$. From these data, an N excretion-related emission factor of $0.146 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ is derived for housing.

The excrements are stored dry. The N_2O emission factor for dry storage ($EF_{N_2O} = 0,005 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$, IPCC(2006)-10.62) is applied. It is related to the amount of n excreted. NO and N_2 emissions are derived from N_2O emissions as described for other animals ($EF_{NO} = 0.1 \cdot EF_{N_2O}$, $EF_{N_2} = 3 \cdot EF_{N_2O}$).

An emission factor for NH_3 and manure application is provided for minks and foxes only ($EF_{NH_3} = 0,27 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, related to the N excreted).

EMEP(2007)-B1090.9 gibt für den Stall einen NH_3 -Emissionsfaktor von $0,169 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ an, der für eine N-Ausscheidung von $4,1 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ gilt. Daraus folgt ein auf die N-Ausscheidung bezogener Faktor von $0,146 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

Die Exkreme werden trocken gelagert. Der N_2O -Emissionsfaktor für trockene Lagerung ($EF_{N_2O} = 0,005 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$, IPCC(2006)-10.62) wird angewandt (Bezug: N-Ausscheidung). Die NO- und N_2 -Emissionen werden hieraus wie bei den anderen Tieren abgeleitet ($EF_{NO} = 0,1 \cdot EF_{N_2O}$, $EF_{N_2} = 3 \cdot EF_{N_2O}$).

Für die Wirtschaftsdünger-Ausbringung ist nur für Nerze und Füchse ein NH_3 -Emissionsfaktor bekannt ($EF_{NH_3} = 0,27 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, bezogen auf die N-Ausscheidung).

Uncertainty of emission factors

No analysis of uncertainties is provided for fur animals.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Eine Analyse der Unsicherheiten wird nicht durchgeführt.

8.1.6 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

8.1.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 8.3: Fur animals, related tables in the Tables volume (data for the year 2000 only)

		from	to	
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.28	
		NM VOC		
		NH ₃	EM1009.30	
		N ₂ O	EM1009.120	EM1009.122
		NO	EM1009.158	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten	AC1005.40		
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.28	
		NM VOC		
		NH ₃	IEF1009.28	
		N ₂ O	IEF1009.91	
		NO	IEF1009.122	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen			

8.2 Buffalo / Büffel

Buffalo are no key source. However, the number of buffalo kept in Germany has been increasing steadily (although on a low level).

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 8.4.

Büffel sind keine Hauptquellgruppe. Die Zahl der in Deutschland gehaltenen Büffel nimmt allerdings auf niedrigem Niveau stetig zu.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 8.4 zusammengestellten Verfahren.

Table 8.4: Buffalo, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				Activities	EF	EF
CH ₄	enteric fermentation	1	IPCC	state	national	1 a
CH ₄	manure management	1	IPCC	state	national	1 a
NMVOOC	manure management					
NH ₃	manure management	1	EMEP	state	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	manure management	1	IPCC	state	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	animal house					

8.2.1 Activity and performance data /Aktivitäts- und Leistungsdaten

8.2.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are supplied by German Buffalo Society.

Animal numbers are known from the year 2000 onwards for each federal state. At present, the animal numbers are still below 2000.

In agreement with German Statistics, department VII A, the animal numbers were extrapolated on a national base to yield the respective data for the years previous to the year 2000. According to this estimate there were no buffalo before 1996.

Die Tierzahlen beruhen auf Mitteilungen des Deutschen Büffel-Vereins.

Meldungen liegen für einzelne Bundesländer und seit dem Jahr 2000 vor. Die Büffelzahlen liegen derzeit noch unter 2000 Tieren in ganz Deutschland.

Für die Jahre vor 2000 wurden die nationalen Büffelzahlen in Absprache mit dem Statistischen Bundesamt, Referat VII A, durch lineare Extrapolation geschätzt. Nach dieser Schätzung gab es vor 1996 keine Büffel.

Uncertainty of activity data

The animal numbers after 2000 are likely to be exact numbers. The uncertainty of the animal numbers obtained by extrapolation for the years before 2000 is unknown.

For the calculation of the total uncertainties of the German GHG and ammonia inventories (cf. Chapters 15.6 and 15.7), an uncertainty value is needed which is representative for the entire reporting time span from 1990 on. This uncertainty is assumed to be 10 % of the mean (standard deviation of a normal distribution).

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Angaben für die Tierzahlen ab 2000 sind wahrscheinlich exakt. Die Unsicherheit der durch Extrapolation für die Zeit vor 2000 gewonnenen Tierzahlen ist unbekannt.

Für die Berechnung der Gesamtunsicherheit in den Treibhausgas- und Ammoniakinventaren (s. Kapitel 15.6 und 15.7) wird eine für den gesamten Berichtszeitraum von 1990 an einheitliche Unsicherheitsangabe benötigt. Diese wird mit 10 % vom Mittelwert angenommen (Standardabweichung einer Normalverteilung).

8.2.1.2 Animal performance / Leistungsdaten

The live weight of adult buffalo cows is 600 to 800 kg an-1, that of adult bulls up to 1100 kg an-1. In Germany, suckler buffalo herds predominate. Hence, a mean animal weight of 700 kg an-1 is used for the inventory.

Die Lebendmasse ausgewachsener Kühe beträgt 600 bis 800 kg an-1, die ausgewachsener Bullen 800 bis 1100 kg an-1. In Deutschland überwiegt die Mutterkuhhaltung. Im Inventar wird daher mit einem mittleren Gewicht von 700 kg an-1 gerechnet.

Two farms only produce buffalo milk and cheese (Deutscher Büffelverband, 2008).

Detailed information on performance data is not available.

Nur zwei Betriebe produzieren Büffelmilch und -käse (Deutscher Büffelverband, 2008).

Es stehen keine detaillierten Leistungsdaten zur Verfügung.

8.2.1.3 Management details / *Haltungsdaten*

The bulk of the animals is kept outdoors throughout the year. For the time being, it is assumed that all buffalo graze about 140 days per year and 10 hours per day.

The inventory assumes the animals to be in the dairy parlour for 3.5 h d⁻¹.

50 % of the animals are kept on straw; the straw amount supplied is assumed to be 5 kg pl⁻¹ d⁻¹. The rest of the animals is kept in slurry based systems. Slurry is stored in open tanks with natural crust. Slurry and manure are broadcast on grassland and arable land without incorporation.

Ein großer Teil der Tiere wird ganzjährig im Freien gehalten. Für alle Tiere wird vorläufig angenommen, dass sie 140 Tage im Jahr 10 Stunden pro Tag auf der Weide sind.

Im Inventar wird davon ausgegangen, dass die Tiere sich effektiv 3,5 h d⁻¹ im Melkstall aufhalten.

50 % der Tiere stehen auf Stroh; die Einstreumenge wird mit 5 kg pl⁻¹ d⁻¹ angenommen. Die übrigen Tiere werden güllebasiert gehalten. Die Gülle wird im offenen Tank mit natürlicher Schwimmdecke gelagert. Die Ausbringung erfolgt mit Breitverteiler auf Grünland und Ackerland ohne Einarbeitung.

8.2.2 Emissions from enteric fermentation / *Emissionen aus der Verdauung*

This inventory makes use of the default value for enteric fermentation according to IPCC(2006)-10.28: $EF_{CH_4, \text{ fert, bu}} = 55 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC (2006)-10.33, the uncertainty of emission factors based on Tier 1 methodology is unlikely to be more accurate than $\pm 30 \%$ and may be uncertain to $\pm 50 \%$.

The inventory assumes an uncertainty of 30 % which is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

Das Inventar verwendet den Default-Wert für die Emission aus der Verdauung nach IPCC(2006)-10.28: $EF_{CH_4, \text{ fert, bu}} = 55 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Nach IPCC(2006)-10.33 ist die Unsicherheit von Emissionsfaktoren, die auf Stufe-1-Verfahren beruhen, wahrscheinlich nicht kleiner als 30 %, wobei auch Werte bis 50 % für denkbar gehalten werden.

Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 30 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

8.2.3 Methane emissions from manure management / *Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management*

For Western Europe, IPCC(2006)-10.79 suppose a default VS excretion of 3.9 kg pl⁻¹ d⁻¹.

It is assumed that buffalo are kept in a similar way as dairy cows. Temporarily, the frequency distribution of housing and storage systems is assumed to be 50 % in slurry based systems and 50 % in straw based systems. 100 % of the slurry stores have a natural crust.

Maximum methane producing capacity (B_0) and conversion factors (MCF) for the respective manure storage system are adopted from dairy cows (see Table 4.18).

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding.

IPCC(2006)-10.79 geben für Westeuropa eine default-VS-Ausscheidung von 3,9 kg pl⁻¹ d⁻¹ an.

Es wird angenommen, dass Büffel ähnlich wie Milchkühe gehalten werden. Für die Häufigkeitsverteilungen von Stall und Lager wird vorläufig angenommen, dass 50 % in güllebasierten und 50 % in strohbasierten Systemen gehalten werden. 100 % der Güllelager weisen eine Schwimmdecke auf.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden von den Milchkühen übernommen (siehe Table 4.18).

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A Tier 2 approach is used. 100 % of slurry stored produce natural crust.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The methane conversion factor for slurry equals that given in IPCC 1996.

The methane conversion factor for solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996. The value given by IPCC 2006 is used.

The MCF for pasture equals that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factor

As the calculation procedure for CH₄ emissions relies on default VS excretion, it is assumed to be a Tier 1 approach rather than a Tier 2 approach. In this case, IPCC(2006)-10.48 recommends to use an uncertainty of 30 %. It is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

8.2.4 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

No procedure to assess NMVOC emissions from buffalo is available.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein Stufe-2-Ansatz wird genutzt. Bei 100 % der gelagerten Gülle wird die Bildung einer natürlichen Schwimmdecke angenommen.

Die in IPCC 2006 angegebene maximale Methan-Bildungskapazität ist die gleiche wie in IPCC 1996.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist ist größer als der in IPCC 1996. Es wird der Wert aus IPCC 2006 verwendet.

Der MCF für Weide ist dergleiche in IPCC 2006 und IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Das Rechenverfahren für CH₄-Emissionen verwendet default-VS-Ausscheidungen. Es ist also eher ein Stufe-1- als ein Stufe-2-Verfahren. Hierfür gibt IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 30 % an. Diese wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

8.2.5 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies**8.2.5.1 Calculation procedure / Berechnungsmethode**

As no detailed information on animal performance is available, the N excretion is estimated using the simple procedure supplied in IPCC(2006)-10.59:

$$m_{\text{excreted, bu}} = w_{\text{bu}} \cdot x_{\text{N, bu}} \cdot \alpha \cdot \beta \quad (8.1)$$

where

$m_{\text{excreted, bu}}$	amount of nitrogen excreted (buffalo) (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
w_{bu}	animal weight (buffalo) ($w_{\text{bu}} = 700 \text{ kg a}^{-1}$)
$x_{\text{N, bu}}$	default value for the N excretion rate (buffalo) ($x_{\text{N, bu}} = 0.32 \text{ kg Mg}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ N}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-3} \text{ Mg kg}^{-1}$)

Using the mean weight given in Chapter 0 one obtains $m_{\text{excr}} = 82 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

In reference to dairy cow data, the TAN content is assumed to be $0.6 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$.

N inputs with straw are taken into account. The properties of straw are given in Chapter 3.5.3. All

Für die Berechnung der NMVOC-Emissionen aus der Büffelhaltung ist kein Verfahren verfügbar.

Da keine detaillierten Leistungsdaten zur Verfügung stehen, werden die Ausscheidungen vereinfacht nach IPCC(2006)-10.59 geschätzt:

Mit dem in Kapitel 0 angegebenen mittleren Gewicht ergibt sich $m_{\text{excr}} = 82 \text{ kg a}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

Der TAN-Gehalt wird in Anlehnung an Milchkühe mit $0,6 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angenommen.

Der N-Eintrag mit Einstreu (Stroh) wird berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh s. Kapitel

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

The amount of straw is $5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (see Chapter 8.2.3) or $21.5 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ ($10.8 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$, respectively).

8.2.5.2 Emissions factors / Emissionsfaktoren

By analogy to dairy cow husbandry, the following partial emission factors are applied:

Table 8.5: Buffalo, partial emission factors used in the inventory

				EF (in kg kg ⁻¹ N)	related to
Housing	NH ₃	slurry based		0.197	TAN
	NH ₃	straw based		0.197	TAN
Storage	NH ₃	untreated slurry	open tank, natural crust	0.045	TAN
	NH ₃	leachate	solid cover	0.014	TAN
	N ₂ O	untreated slurry	slurry with natural crust	0.005	N _{excr} + N _{straw}
	NO	untreated slurry	slurry with natural crust	0.0005	N _{excr} + N _{straw}
	N ₂	untreated slurry	slurry with natural crust	0.015	N _{excr} + N _{straw}

The emission factors for spreading are adopted from dairy cow husbandry, see Chapter 4.2.3.

For grazing the NH₃ emission factor is 0.075 kg kg^{-1} , related to N excreted. The emission factors for N₂O, NO and N₂ emissions from grazing are given in Chapter 12.2.2.2.

The resulting emission factors for house, storage and application are

$$\begin{aligned} IEF_{\text{NH}_3} &= 26.0 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3 \\ IEF_{\text{N}_2\text{O}} &= 0.57 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O} \\ IEF_{\text{NO}} &= 0.08 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO} \\ IEF_{\text{N}_2} &= 1.09 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2 \end{aligned}$$

and for grazing

$$IEF_{\text{NH}_3} = 1.2 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

Uncertainty of emission factors

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

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

Die Menge der Einstreu beträgt $5 \text{ kg pl}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh (s. Kapitel 8.2.3) bzw. $21,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (entsprechend $10,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ TAN}$).

In Anlehnung an die Milchkühe-Haltung werden die folgenden partiellen Emissionsfaktoren angesetzt:

Die Emissionsfaktoren für Ausbringung werden von den Milchkühen übernommen (Kapitel 4.2.3).

Für Weidegang beträgt der NH₃-Emissionsfaktor $0,075 \text{ kg kg}^{-1}$ bezogen auf ausgeschiedenes N. Für die Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂ bei Weidegang wird auf Kapitel 12.2.2.2 verwiesen.

Die resultierenden Emissionsfaktoren betragen für Stall, Lager und Ausbringung:

$$\begin{aligned} IEF_{\text{NH}_3} &= 26,0 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3 \\ IEF_{\text{N}_2\text{O}} &= 0,57 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O} \\ IEF_{\text{NO}} &= 0,08 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO} \\ IEF_{\text{N}_2} &= 1,09 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2 \end{aligned}$$

und für den Weidegang

$$IEF_{\text{NH}_3} = 1,2 \text{ kg an}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 gibt für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

8.2.5.3 *Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

Die Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 15.3 bis 15.5 beschrieben.

8.2.6 *Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub*

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

8.2.7 *Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen*

Table 8.6: Buffalo, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation	EM1004.19	
		CH ₄ manure management	EM1005.29	
		NM VOC		
		NH ₃	EM1009.31	
		N ₂ O	EM1009.123	EM1009.125
		NO	EM1009.159	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.41	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation	IEF1004.19	
		CH ₄ manure management	IEF1005.29	
		NM VOC		
		NH ₃	IEF1009.29	
		N ₂ O	IEF1009.92	IEF1009.94
		NO	IEF1009.123	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005GBU.05	AI1005GBU.08
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.58	EXCR.60

9 Chickens / Hühner

9.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

Poultry is neither for CH₄ nor for NMVOC a key source. However, as poultry is a key source for NH₃, a detailed description of the mass flows of N and VS is desirable.

In the German census, animal places are reported for laying hens, broilers, geese, ducks and turkeys. Laying hens are differentiated according to their age. This is inadequate for emission reporting. As far as possible, animal categories are modified to meet the requirements (see Table 9.1).

Geflügel insgesamt stellt weder für CH₄ noch für NMVOC eine Hauptquellgruppe dar. Da aber Geflügel für NH₃ eine Hauptquellgruppe ist, ist eine detaillierte Beschreibung der N führenden und damit auch der VS-führenden Stoffströme wünschenswert.

Die deutsche Tierzählung unterscheidet Legehennen nach ihrem Alter, Masthähnchen und –hühnchen, Gänse, Enten und Puten. Dies entspricht nicht den Erfordernissen der Berichterstattung. Soweit möglich werden die Tierzahlen daher modifiziert (Table 9.1).

Table 9.1: Chickens, categorisation and characterisation

Animal category according to German census		Animal categories used in this inventory			
type	category	type	category	weight 1	weight 2
AA	Legehennen ≥ 6 Monate	lh	laying hens	$w_{\text{start, lh}}$	$w_{\text{fin, lh}}$
AB	Legehennen < 6 Monate	pu	pullets	45 g an^{-1}	$w_{\text{start, lh}}$
AC	Schlacht- und Masthähne und –hühner sowie sonstige Hähne einschl. der hierfür bestimmten Küken	br	broilers	42 g an^{-1}	

weight w_{start} : weight at the beginning of the respective period, weight w_{fin} : weight at the end of the respective period; w : variable weight; fin: final

9.2 Emission factors used for all chickens subcategories / Für alle Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren

9.2.1 NMVOC emissions / NMVOC-Emission

The NMVOC emissions are based on ammonia emissions (see Chapter 3.4.4). All poultry are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 9.2). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die NMVOC-Emissionen werden über die NH₃-Emissionen berechnet (vgl. Kapitel 3.4.4). Die Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} zeigt (Table 9.2, einheitlich für alle Geflügelkategorien). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Table 9.2: Poultry, emission factors relating NMVOC emissions to NH₃ emissions

Species	EF_{NMVOC} (in kg kg^{-1})
dimethyl sulfide	$1.2 \cdot 10^{-1}$
dimethyl disulfide	$5.4 \cdot 10^{-1}$
dimethyl trisulfide	$1.0 \cdot 10^{-2}$
acetone	0
acetic acid	0
propanoic acid	0
2-methyl propanoic acid	0
butanoic acid	0
2-methyl butanoic acid	0
3-methyl butanoic acid	0
pentanoic acid	0
phenol	0
4-methyl phenol	0
3-ethyl phenol	0
indole	0
3-methyl indole	0

Source: Hobbs et al. (2004)

Uncertainty of emission factors

The uncertainty (standard deviation) of NMVOC emissions depends on both the uncertainty of the NH_3 emissions and the emission factor EF_{NMVOC} . The former is in the order of magnitude of 20 % (see Chapter 15.5), for the latter 30 to 50 % are assumed. Hence the overall uncertainty of NMVOC emissions is estimated to be about 50 %, interpreted as the interval (in percent of the mean) between the upper threshold of the 95 % confidence interval and the mean. As this value appears to be too high for a normal distribution, an asymmetric distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit (Standardabweichung) der NMVOC-Emissionen hängt von der Unsicherheit der NH_3 -Emissionen und der der Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} ab. Erstere liegt in der Größenordnung von 20 % (s. Kapitel 15.5), für Letztere werden 30 bis 50 % angenommen. Damit liegt die Unsicherheit der NMVOC-Emissionen in der Größenordnung von 50 %, interpretiert als Intervall (in Prozent des Mittelwertes) zwischen oberere Grenze des 95 %- Konfidenzintervalles und Mittelwert. Es wird angenommen, dass es sich um eine asymmetrische Verteilung handelt.

9.2.2 *Partial emission factors “storage” and “spreading” for NH_3 , N_2O , NO and N_2 / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“ für NH_3 , N_2O , NO und N_2*

Partial emission factors “storage” and “spreading” for the N species to be considered are listed in Table 9.3 through Table 9.5. They are valid for all subcategories of poultry.

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“ und „Ausbringung“ für die betrachteten N-Spezies und alle Geflügel-Unterkategorien sind in Table 9.3 bis Table 9.5 angegeben.

Table 9.3: Poultry, partial emission factors for ammonia losses from storage of poultry excreta (related to UAN entering storage)

laying hens	solid storage	0.081	kg kg ⁻¹ N
broilers		0.075	kg kg ⁻¹ N
all other poultry		0.065	kg kg ⁻¹ N

Source: Recalculation of data given in EMEP(2007)-1090.9 (Tabelle 4.1) with an relative UAN content of 70 %. For the recalculation method see Chapter 9.3.8.3.

Table 9.4: Poultry, partial emission factors for NH_3 from application of dry poultry manure (related to TAN)

		reduction of losses compared to reference (%)	mean losses in % of TAN
broad cast	without incorporation	reference	90
broad cast	incorporation within 1 h	100	0
broad cast	incorporation within 4 h	80	18
broad cast	incorporation within 6 h	61	35
broad cast	incorporation within 12 h	56	40
broad cast	incorporation within 24 h	50	45
broad cast	incorporation within 48 h	0	90

Source: Döhler et al. (2002), S. 78, completed

Table 9.5: Poultry, partial emission factors for N_2O , NO , and N_2 from storage of poultry excreta (related to $\text{N}_{\text{excr}} + \text{N}_{\text{straw}}$)

N_2O emissions	solid storage	0.001	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	solid storage	0.0001	kg kg ⁻¹ N
N_2 emissions	solid storage	0.003	kg kg ⁻¹ N

Source: IPCC(2006)-10.63; Jarvis and Pain (1994)

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

In most cases, a detailed methodology is used to

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

In den meisten Fällen wird eine detaillierte Me-

derive VS and N excretion rates for poultry.

In any case, in a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage system, as these have an effect on CH₄, NMVOC, NH₃, N₂, NO and N₂O emissions.

When the methodology was established, partial emission factors for all species reflecting the state of knowledge were compiled.

In contrast to IPCC 2006, IPCC 1996 does not provide partial emission factors reflecting poultry housing systems in general. For N₂O, IPCC 2006 partial emission factors were taken into account, as they can be assigned to the storage systems used in Germany.

The resulting N₂O emission factors as obtained by use of IPCC 2006 fall below that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

For NH₃, the uncertainties given in EMEP(2007)-B-1090.19, i.e. 30 %, are assumed temporarily.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

9.2.3 *Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management*

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

thode benutzt, um VS- und N-Ausscheidungsdaten für Geflügel zu bestimmen.

In jedem Massenfluss-Verfahren ist es wichtig, zwischen den unterschiedlichen Stall- und Lagerungstypen zu unterscheiden, da diese einen Effekt auf die CH₄-, NMVOC-, NH₃-, N₂-, NO und N₂O-Emissionen haben.

Mit der Entwicklung der Massenfluss-Methode wurden deshalb die Emissionsfaktoren für alle N-Spezies aktualisiert.

Im Gegensatz zu IPCC 2006 empfiehlt IPCC 1996 keine partiellen Emissionsfaktoren für die typischen Geflügel-Haltungsverfahren. Für N₂O wurden partielle IPCC-2006-Emissionsfaktoren berücksichtigt, da sie die deutsche Haltungsverfahren beschreiben.

Die hiernach berechneten N₂O-Emissionen sind geringer als die nach IPCC 1996 berechneten.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für NH₃ wird vorläufig der in EMEP(2003)-B-1090.19 angegebene Wert von 30 % angenommen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

Die Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden in den Kapiteln 15.3 bis 15.5 beschrieben.

9.3 Laying hens / Legehennen

Female chickens in their reproductive phase are called laying hens.

The laying period of hens begins when they are about 18 weeks old. The lifespan before is dealt with in Chapter 9.5 (pullets).

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 9.6.

Weibliche Hühner in der reproduktiven Phase werden als Legehennen bezeichnet.

Die Legeperiode von Hennen beginnt, wenn sie etwa 18 Wochen alt sind. Zuvor werden die Tiere als Junghennen bezeichnet (siehe Kapitel 9.5)

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 9.6 zusammengestellten Verfahren.

Table 9.6: Laying hens, calculation procedures applied

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

9.3.1 Animal numbers / Tierzahlen

StatLA C III 1 – vj 4

The German census differentiates hen places according to animal age; differentiating between those younger than 0.5 a and those older than 0.5 a. (See Table 9.1 for details.) Thus class AB in this table comprises those hens which are not yet in production. However, emission calculations presuppose animal categories which are homogeneous with respect to feeding and excretion. Therefore, a correction of the respective numbers is needed. This correction assumes that the number of pullets produced equals the number of hens slaughtered. In addition, the sum of categories AA and AB in Table 9.1 is to equal the sum of pullets and hens. This leads to the following equation for laying hen places n_{lh} :

$$n_{lh} = (n_{AA} + n_{AB}) \cdot \frac{\tau_{round, lh}}{\tau_{round, lh} + \tau_{round, pu}} \quad (9.1)$$

where

n_{lh}	number of laying hen places considered
n_{AA}	animal place numbers of type AA in the German census (see Table 9.1)
n_{AB}	animal place numbers of type AB in the German census (see Table 9.1)
$\tau_{round, pu}$	duration of round for pullets ($\tau_{round, pu} = 142 \text{ d ro}^{-1}$)
$\tau_{round, lh}$	duration of round for laying hens ($\tau_{round, lh} = 441 \text{ d ro}^{-1}$)

Data gap closure

Numbers of animal places are surveyed in the national census, i. e. in 1996 and before in every even year and in 1999 and thereafter in every odd year. The missing data are replaced by those of the respective preceding year.

StatLA C III 1 – vj 4

Die Anzahl an besetzten Legehennenplätzen wird in Deutschland danach erhoben, ob die Tiere jünger als ein halbes Jahr oder älter sind (vgl. Table 9.1). Die jüngere Altersklasse AB umfasst dabei auch die noch nicht im Legeprozess befindlichen Junghennen. Für eine an der Leistung orientierte Emissionsberechnung ist daher eine Modifizierung der gegebenen Tierzahlen erforderlich. Sie beruht auf der Annahme, dass genau so viele Junghennen aufgezogen werden, dass frei werdende Legehennenplätze wieder besetzt werden können. Außerdem sollen die modifizierten Zahlen von Jung- und Legehennen in der Summe den Tierzahlen der Kategorien AA und AB in Table 9.1 entsprechen. Daraus resultiert für die Legehennenzahl n_{lh} :

Schließen von Datenlücken

Tierplatzzahlen werden in jeder Tierzählung erhoben, d. h. bis 1996 in allen geraden Jahren und ab 1999 in allen ungeraden Jahren. In den anderen Jahren werden die Tierplatzzahlen aus dem letzten Jahr übernommen.

Uncertainty of activity data

The majority of poultry is kept in large units. Changes in the marginal conditions of the censuses did not affect the overall to a large extent. With a systematic uncertainty of about 5 % and a random uncertainty of about 5 % (Dämmgen, 2005), the overall uncertainty is estimated to be in the order of magnitude of 10 %. It is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Geflügel wird überwiegend in großen Einheiten gehalten. Eine Änderung der Randbedingungen der Tierzählungen hat deshalb nur wenig Einfluss auf die Ergebnisse. Bei einem systematischen Fehler von etwa 5 % (Dämmgen, 2005) und einem statistischen Fehler von etwa 5 % erscheint es angemessen, einen Gesamtfehler von größenordnungsmäßig 10 % anzunehmen. Dieser wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

9.3.2 Animal performance / Tierische Leistung

9.3.2.1 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

Until the end of the 1990ies, the mean weight of laying hens (averaged over all races) at the start of the production cycle approximated 1.3 kg an⁻¹. Their mean final weight attained already in the first weeks of the 62-weeks-long egg production period was about 1.8 kg an⁻¹. Since 2000 a certain trend towards higher animal weights can be observed. The time series are given in Table 9.7.

Das Endgewicht, das im Wesentlichen noch in der Anfangsphase der etwa 62 Wochen dauernden Produktionszeit erreicht wird, betrug bis Ende der 1990er Jahre im Durchschnitt bis ca. 1,8 kg an⁻¹. Das Anfangsgewicht lag bei ca. 1.3 kg an⁻¹. Seit 2000 ist ein gewisser Trend zu höheren Tiergewichten zu beobachten. Eine Übersicht findet sich in Table 9.7.

Data gap closure

Missing data of the start weight are approximated by 71.4 % of the final live weight (cf. Haenel and Dämmgen, 2007b).

Schließen von Datenlücken

Fehlende Anfangsgewichtdaten werden nach Haenel und Dämmgen (2007b) mit 71,4 % des Endgewichtes angesetzt.

9.3.2.2 Egg production / Legeleistung

The egg production rate has increased during the past decades, and at present amounts to about 290 eg pl⁻¹ a⁻¹. With a typical egg weight of 64 g eg⁻¹, the accumulated egg mass amounts to 18.6 kg pl⁻¹ a⁻¹. In the early nineties, animal weights were in the order of 2.3 kg an⁻¹, egg production was 270 eg pl⁻¹ a⁻¹. (See legend to Table 9.7 for references.) The time series is given in Table 9.7.

Die Legeleistung nähert sich in den letzten Jahren dem Niveau von 290 eg pl⁻¹ a⁻¹ an, was bei einem typischen Eigewicht von 64 g eg⁻¹ einer Eimasse von rund 18,6 kg pl⁻¹ a⁻¹ entspricht. Noch Anfang der 1990er Jahre wurden Tiergewichte bis zu 2,3 kg an⁻¹ erreicht, während die mittlere Legeleistung bei ca. 270 eg pl⁻¹ a⁻¹ lag. (Alle Angaben nach Daten in den in Table 9.7 genannten Quellen.) Die Zeitreihe ist in Table 9.7 wiedergegeben.

Table 9.7: Laying hens, performance data

(live weights, in kg an⁻¹; feed intake in g pl⁻¹ d⁻¹; eggs produced, in eg pl⁻¹ a⁻¹; mean egg weight, in g eg⁻¹).

Egg production rates are primary statistical data (for 1990, 1991, and 1992 from the old Federal States only), all other data are taken from official laying hens performance contests.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
w _{start}	1.550	1.560	1.520	1.440	1.370	1.400	1.360	1.390			1.276		1.245		1.303			
w _{fin}	2.070	2.120	2.070	2.000	1.960	2.030	1.860	1.920			1.799		1.733		2.026	1.945	1.927	1.933
feed intake	123.5	123.0	123.6	122.1	118.9	117.9	111.4	112.4			113.5		110.4		113.4	118.0	115.0	114.3
eggs produced	269.9	269.3	273.9	278.2	275.9	276.9	282.5	284.6	286.2	289.2	289.4	288.4	288.1	289.4	291.4	289.0	291.6	296.0
mean egg weight	64.6	66.2	65.4	65.1	64.4	64.1	63.1	63.1			62.6		63.8		65.3	66.0	64.0	63.4

Sources: StatBA FS 3, R 4, annual reports; Hartmann and Heil (1992), Heil and Hartmann (1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000), Anonymus (2001a, 2003, 2005, 2007a, 2007b, 2007c).

9.3.3 Energy requirements / Energiebedarf

9.3.3.1 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

The overall requirements of metabolisable energy ME_{lh} are deduced from the following relation:

$$ME_{lh} = ME_m + ME_f + ME_{egg} + ME_g \quad (9.2)$$

where

ME_{lh}	requirements of metabolisable energy (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
ME_m	metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
ME_f	metabolisable energy needed to obtain food (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
ME_{egg}	metabolisable energy for egg production (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
ME_g	metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)

The subsequent detailed calculations of ME_m , ME_f , ME_{egg} , and ME_g are based on information provided in GfE (2000, in particular equation 1.2.4.1 and context).

Im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Fütterung gilt für den auf einen Tierplatz bezogenen täglichen Bedarf an metabolisierbarer Energie ME_{lh}

Die nachstehend beschriebene Berechnung der Teilenergien ME_m , ME_f , ME_{egg} und ME_g beruht auf Angaben in GfE (2000, s. Gl. 1.2.4.1 und Kontext).

9.3.3.2 Metabolisable energy required for maintenance / Erhaltungsenergie

The calculation of ME_m takes ambient temperatures into account. ME_m is calculated as follows:

$$ME_m = (\eta_{ME,m} + \eta_{ME,mt}) \cdot \frac{1}{\tau_{round}} \cdot \Sigma W \quad (9.3)$$

where

ME_m	metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$\eta_{ME,m}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance ($\eta_{ME,m} = 0,48 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$, cf. GfE, 2000, eq. 1.2.4.1)
$\eta_{ME,mt}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance under low temperature conditions (in MJ kg d ⁻¹ ME)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)
ΣW	cumulative metabolic weight (in kg d an ⁻¹ ro ⁻¹ = kg d pl ⁻¹ ro ⁻¹)

KTBL (2004, pg. 481) quantifies τ_{round} ($\tau_{round} = 441 \text{ d ro}^{-1}$). In this inventory this value is assumed to be constant. No variation of this value has been documented. τ_{round} comprises a service time $\tau_{service}$, which – according to KTBL (2004, pg. 481) – is normally 7 d ro^{-1} .

The definition of the cumulative metabolic weight ΣW is given in Chapter 2.2.4.4. ΣW can be quantified if the animal weight can be expressed as a function of lifetime. Such a relation is depicted in Figure 9.1. According to Haenel and Dämmgen (2007 b), ΣW is a function of both $w_{start, lh}$ and $w_{fin, lh}$, combined with a

Die Berechnung von ME_m erfolgt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur gemäß

KTBL (2004, S. 481) gibt $\tau_{round} = 441 \text{ d ro}^{-1}$ an, was im vorliegenden Inventar als Konstante angenommen wird. Abweichungen sind nicht hinreichend dokumentiert. Dabei setzt sich τ_{round} zusammen aus der reinen Lebensdauer ($\tau_{lifespan}$) und der Reinigungszeit $\tau_{service}$ ($\tau_{service} = 7 \text{ d ro}^{-1}$, KTBL, 2004, S. 481).

Zur Definition des kumulativen metabolischen Gewichtes ΣW wird auf Kapitel 2.2.4.4 verwiesen. ΣW lässt sich berechnen, wenn die Abhängigkeit des Tiergewichts von der Lebenszeit bekannt ist. Ein solcher Verlauf ist in Figure 9.1 gegeben. Nach Haenel und Dämmgen (2007 b) wird ΣW als Funktion

characteristic time parameter $\tau_{\text{char, g, lh}}$ ($\tau_{\text{char, g, lh}} = 56 \text{ d ro}^{-1}$). $\tau_{\text{char, g, lh}}$ is based on a duration of round $\tau_{\text{round}} = 441 \text{ d ro}^{-1}$.

von Start- und Endgewicht mit Hilfe eines charakteristischen Zeitparameters ($\tau_{\text{char, g, lh}} = 56 \text{ d ro}^{-1}$) beschrieben, der u. a. auf $\tau_{\text{round}} = 441 \text{ d ro}^{-1}$ beruht.

$$\Sigma W = w_{\text{m, ref}} \cdot \left[\tau_{\text{char, g, lh}} \cdot \left(\frac{w_{\text{start}}}{w_{\text{ref}}} \right)^{0.75} + (\tau_{\text{lifespan}} - \tau_{\text{char, g, lh}}) \cdot \left(\frac{w_{\text{fin}}}{w_{\text{ref}}} \right)^{0.75} \right] \quad (9.4)$$

where

ΣW	cumulative metabolic weight (in $\text{kg d an}^{-1} \text{ ro}^{-1} = \text{kg d pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
$w_{\text{m, ref}}$	reference weight ($w_{\text{m, ref}} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)
$\tau_{\text{char, g, lh}}$	characteristic time scale of growth (d ro^{-1})
w_{start}	animal weight at the beginning of the round (in kg an^{-1})
τ_{lifespan}	lifespan of laying hens (d ro^{-1})
w_{fin}	animal weight at the end of the round (in kg an^{-1})

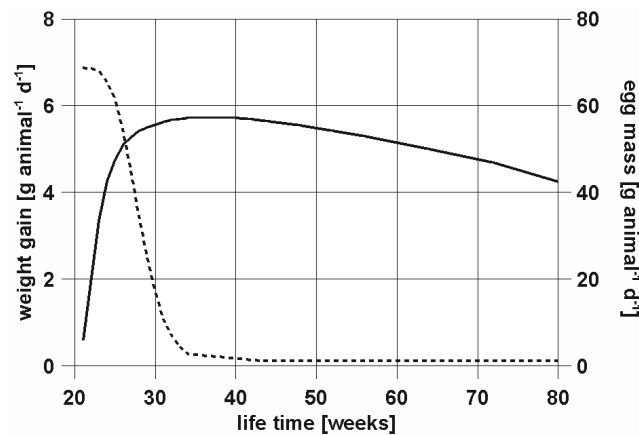


Figure 9.1: laying hens, daily egg production and daily weight gain for a laying hen of 1.8 kg final weight (egg production: continuous line; daily weight gain: dotted line; figure adapted from GfE, 2000, Fig. 1.2.1)

An increased energy requirement for low ambient temperatures is caused by the necessity to establish a constant body temperature and reflected by the homiostatic constant $\mu_{\text{ME, mt}}$:

Der Mehrbedarf an Energie bei niedrigen Umgebungstemperaturen wird mit der spezifischen Energie zur Erhaltung der Körpertemperatur (homioistische Konstante) $\mu_{\text{ME, mt}}$ berücksichtigt:

$$\eta_{\text{ME, mt}} = \mu_{\text{ME, m}} \cdot \max \{0, (t_{\text{h, ref}} - t_{\text{h}})\} \quad (9.5)$$

where

$\eta_{\text{ME, mt}}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance under low temperature conditions (in $\text{MJ kg d}^{-1} \text{ ME}$)
$\mu_{\text{ME, mt}}$	homiostatic constant ($\mu_{\text{ME, mt}} = 0.007 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$t_{\text{h, ref}}$	reference housing temperature ($t_{\text{h, ref}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$; GfE, 2000, p. 28)
t_{h}	actual housing temperature (in $^\circ\text{C}$)

The recommended temperatures for laying hen houses are between 16 and 18 °C. Predominantly, laying hens in Germany are kept in insulated houses with forced ventilation. Consequently, a temperature dependent calculation on ME_{m} seems to be unnecessary at present.

Die Richttemperaturen für Hühnerställe liegen bei 16 bis 18 °C. Da der bei weitem überwiegende Teil der Legehennen in Deutschland in wärmeisolierten und zwangsbelüfteten Ställen lebt, wird auf eine temperaturabhängige Berechnung von ME_{m} vorerst verzichtet.

9.3.3.3 Metabolisable energy needed to obtain food / Energiebedarf für Nahrungsaufnahme

Net energy requirements for obtaining food ME_f are a function of the animals in the respective house. It is reflected by a factor c_{house} which expresses the surplus in comparison to cages.

Bei Legehennen wird der Energiebedarf ME_f für die Nahrungsaufnahme mit der Bewegungsmöglichkeit in dem jeweiligen Stalltyp verbunden und als Mehrbedarf gegenüber einer Käfighaltung ausgedrückt:

$$ME_f = c_{\text{house}} \cdot (ME_m + ME_{\text{egg}} + ME_g) \quad (9.6)$$

where

ME_f	metabolisable energy needed to obtain food (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
c_{house}	correction factor for different housing systems (in MJ MJ ⁻¹)
ME_m	metabolisable energy required for maintenance (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
ME_{egg}	metabolisable energy for egg production (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
ME_g	metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)

According to GfE (2000, pg. 29), $c_{\text{house}} = 0.00$ MJ MJ⁻¹ for cages at room temperature, 0.10 MJ MJ⁻¹ for a deep litter house, and 0.15 MJ MJ⁻¹ for free range hens. For aviaries no values are known. Any correction should be similar to the one used for deep litter houses. Thus, a factor $c_{\text{house}} = 0.10$ MJ MJ⁻¹ is used for aviaries.

Der Korrekturfaktor beträgt nach GfE (2000, S. 29) 0,00 MJ MJ⁻¹ für temperierte Käfighaltung, 0,10 MJ MJ⁻¹ für Bodenhaltung und 0,15 MJ MJ⁻¹ für Freilandhaltung. Für Volierenhaltung ist kein Wert bekannt. Er dürfte dem der Bodenhaltung am nächsten kommen und wird deshalb mit 0,10 MJ MJ⁻¹ angesetzt.

9.3.3.4 Metabolisable energy needed to obtain food / Energiebedarf für Nahrungsaufnahme

The calculation is based on the mean weight per egg, the number of eggs laid and the specific energy requirement per egg η_{egg} :

Der Bedarf berechnet sich aus der mittleren Masse eines Eies, der Eizahl und einem spezifischen Energiebedarf η_{egg} nach:

$$ME_{\text{egg}} = \eta_{\text{ME, egg}} \cdot n_{\text{eggs}} \cdot m_{\text{egg}} \quad (9.7)$$

where

ME_{egg}	metabolisable energy required for egg production (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$\eta_{\text{ME, egg}}$	specific metabolisable energy required for egg production ($\eta_{\text{ME, egg}} = 9.6$ MJ kg ⁻¹ ME, cf. GfE, 2000, eq. 1.2.4.1)
n_{eggs}	number of eggs per place and day (in eg pl ⁻¹ d ⁻¹)
m_{egg}	average mass of one egg (in kg eg ⁻¹)

9.3.3.5 Metabolisable energy for growth / Energiebedarf für Wachstum

The requirements result from a mean weight gain and a specific energy consumption for growth:

Der Bedarf ergibt sich aus der mittleren Gewichtszunahme und einem spezifischen Energiebedarf nach:

$$ME_g = \eta_{\text{ME, g}} \cdot (\Delta w_d)_{\text{ave}} = \eta_{\text{ME, g}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{round}}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.8)$$

where

ME_g	metabolisable energy consumed for growth (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$\eta_{\text{ME, g}}$	specific metabolisable energy required for growth ($\eta_{\text{ME, g}} = 23$ MJ kg ⁻¹ ME, cf. GfE, 2000, eq. 1.2.4.1)
$(\Delta w_d)_{\text{ave}}$	average animal weight gain per place and day (in kg pl ⁻¹ d ⁻¹)
Δw_{round}	animal weight gain per place and round according to Chapter 2.2.4.2 (in kg an ⁻¹ = kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)

9.3.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Feed requirements are derived from energy requirements. The values used in this inventory are collated in Table 9.8.

Der Futterbedarf berechnet sich aus dem Energiebedarf. Die im Inventar verwendeten Werte sind in Table 9.8 zusammengestellt.

Table 9.8: Laying hens, diets used in laying hen feeding, related energies and nitrogen content (*GE*, *DE* and *ME* related to dry matter *DM*)

Representative values for phase feeding are given in footnotes. For laying hens and pullets 1A/1B, energy content calculations are based on data in Beyer et al. (2004)

Feed type	Lifetime period (weeks)	Major components	<i>GE</i>	<i>DE</i>	<i>ME</i>	x_N
			in MJ kg ⁻¹	in MJ kg ⁻¹	in MJ kg ⁻¹	in kg kg ⁻¹
laying hens	19 to 80	wheat, soybean meal, maize, wheat bran, vegetable fat	15.4	12.2	11.3	0.0275

^a Intake weighted phase averages: *GE* = 15.77 MJ kg⁻¹, *DE* = 12.28 MJ kg⁻¹, *ME* = 11.23 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0247 kg kg⁻¹.

^b Intake weighted averages for Phase A to D: *ME* = 10.68 MJ kg⁻¹, x_N (minimum) 0.0224 kg kg⁻¹ and 0.0248 kg kg⁻¹, x_N (maximum) 0.222 kg kg⁻¹ and 0.196 kg kg⁻¹.

^c Intake weighted averages for phases A to D: *ME* = 11.46 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0258 kg kg⁻¹.

^d Intake weighted averages for phases A to E: *ME* = 11.34 MJ kg⁻¹, x_N = 0.0234 kg kg⁻¹.

Sources: deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG (private communication)

The gross energy intake can be inferred from its relation to metabolisable energy:

Bruttoenergie-Aufnahme ist über die folgende Beziehung zu berechnen:

$$GE_{lh} = \frac{ME_{lh}}{X_{ME, lh}} \quad (9.9)$$

with

GE_{lh} gross energy intake (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 ME_{lh} requirements of metabolisable energy (in MJ an⁻¹ d⁻¹)
 $X_{ME, lh}$ metabolisability ($X_{ME, lh} = 0.733$ MJ MJ⁻¹, see below)

For a representative feed mixture Haenel and Dämmgen (2007 b) determined a metabolisability $X_{ME, lh}$ of 0.733 MJ MJ⁻¹. Due to lack of information, this value is assumed to be constant with time and applied to the whole time series.

Anhand der Zusammensetzung eines repräsentativen Legehennen-Alleinfutters wurde für $X_{ME, lh}$ der Wert 0,733 MJ MJ⁻¹ ermittelt (Haenel und Dämmgen, 2007 b). Mangels besserer Informationen wird $X_{ME, lh}$ als zeitlich konstant angesehen.

9.3.5 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

9.3.6 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

The emission calculation for laying hens is performed using a detailed methodology.

Die CH₄-Emissionen aus der Legehennen-Haltung werden nach einem detaillierten Verfahren berechnet:

$$E_{CH_4, MM, lh} = EF_{CH_4, MM, lh} \cdot n_{lh} \quad (9.10)$$

where

$E_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{lh}}$ methane emissions from manure management for laying hens (in $\text{kg a}^{-1} \text{CH}_4$)
 n_{lh} number of laying hen places
 $EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{lh}}$ emission factor for methane from manure management for laying hens
(in $\text{kg an}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)

and

$$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{lh}} = VS_{\text{lh}} \cdot \alpha \cdot B_{\text{o, po}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{po}} \quad (9.11)$$

with

$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{lh}}$ emission factor for methane from manure management for laying hens
(in $\text{kg an}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)
 VS_{lh} volatile solid excretion of laying hens (in $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 α time units conversion factor (365 d a^{-1})
 $B_{\text{o, lh}}$ maximum methane producing capacity for poultry ($B_{\text{o, lh}} = 0.39 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{CH}_4$)
 ρ_{CH_4} density of methane ($\rho_{\text{CH}_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
 MCF_{po} methane conversion factor for poultry, cool region ($MCF_{\text{lh}} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1}$)

and

$$VS_{\text{lh}} = GE_{\text{lh}} \cdot \frac{1}{\eta_{\text{E, lh}}} \cdot (1 - X_{\text{DE, lh}}) \cdot (1 - x_{\text{ash, lh}}) \quad (9.12)$$

where

VS_{lh} volatile solid excretion of laying hens (in $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 GE_{lh} gross energy intake of laying hens (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 $\eta_{\text{E, lh}}$ energy content of dry matter (in MJ kg^{-1} , see Table 4.48)
 $X_{\text{DE, lh}}$ digestibility of feed ($X_{\text{DE, lh}} = 0.79 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
 $x_{\text{ash, lh}}$ ash content of the manure ($x_{\text{ash, lh}} = 2.45 \cdot 10^{-3} \text{ kg kg}^{-1}$, see below)

9.3.6.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

Standard values for the ash content of poultry excreta are not available. According to a compilation of values of ash content in laying hen excreta (cf. Hennig and Poppe, 1975), $x_{\text{ash, lh}} = 0.26 \text{ kg kg}^{-1}$ is assumed. From the composition of a representative feed a digestibility of 0.79 MJ MJ^{-1} was calculated (Haenel and Dämmgen, 2007 b). For the time being, $x_{\text{ash, lh}}$ und $X_{\text{DE, lh}}$ are assumed to be constant with time, as no other information is available.

Standard-Werte für den Aschegehalt von Geflügelkot fehlen. Nach einer Literaturlauswertung in Hennig und Poppe (1975) wird der Aschegehalt im Legehennen-Kot mit $x_{\text{ash, lh}} = 0,26 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt. Anhand eines repräsentativen Legehennen-Alleinfutters wurde für die Verdaulichkeit $X_{\text{DE, lh}}$ der Wert $0,79 \text{ MJ MJ}^{-1}$ ermittelt (Haenel und Dämmgen, 2007 b). Mangels besserer Informationen werden $x_{\text{ash, lh}}$ und $X_{\text{DE, lh}}$ als zeitlich konstant angesehen.

9.3.6.2 VS input with straw / VS-Einträge mit Stroh

The German inventory no longer considers potential CH_4 emissions from straw in systems with bedding..

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

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

The frequency distributions of housing systems and spreading are provided by RAUMIS (siehe Chapter 17.2)

Die Häufigkeit der Haltungsformen sowie der Ausbringung und Einarbeitung werden in RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) berechnet.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A very detailed methodology is used to derive VS and N excretion rates as a function of time.

In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage system, as these have an effect on both CH₄ and N₂O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH₃ emissions.

In contrast to IPCC 2006, IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry.

IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The methane conversion factors solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein sehr detailliertes Verfahren zur Beschreibung der VS- und N-Ausscheidungsrate wird verwendet. Die Ergebnisse sind zeitabhängig.

In einem Massenfluss-Verfahren ist es notwendig, zwischen unterschiedlichen Stall- und Lagersystemen zu unterscheiden, weil beide einen Einfluss auf CH₄- und N₂O-Emissionsfaktoren haben.

IPCC 2006 erlaubt eine bessere Beschreibung der Emissionen beider Gase aus dem Lager. Wenn IPCC 2006 genutzt wird, kann die Berechnung konsistent mit den NH₃-Emissionen erfolgen.

Im Gegensatz zu IPCC 2006 werden in IPCC 1996 die Unterschiede der Geflügel-Spezies nicht unterschieden.

IPCC 2006 bietet temperaturabhängige Methan-Umwandlungsfaktoren, wohingegen IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die in IPCC 2006 angegebene Methan-Bildungs-Kapazität ist größer als die in IPCC 1996 beschriebene.

Der Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist in IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996.

9.3.7 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For the calculation of NMVOC emissions, a simpler methodology is used.

There is no differentiation with respect to animal categories. The emission factors (cf. Chapter 3.4.4) for poultry are listed in Table 9.2.

NMVOC-Emissionen werden nach einem einfachen Verfahren ermittelt.

Die Emissionsfaktoren sind nicht nach Tierkategorien differenziert. Die auf NH₃-Emissionen bezogenen NMVOC-Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 3.4.4) sind in Table 9.2 zusammengestellt.

9.3.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

The calculation of these emissions presupposes the knowledge of N excretions (their amounts and locations), of the N inputs with straw, the conversion of N_{org} in UAN and TAN as well as the frequency distributions of housing types and storage facilities, spreading techniques and times before incorporation.

Die Berechnung der Emissionen beruht auf der Kenntnis der N-Ausscheidungen (Mengen und Orte), der N-Einträge mit Stroh, der Umwandlungen von N_{org} in UAN und TAN, der Häufigkeit von Stalltypen, Lagertypen, Ausbringungstechniken und Einarbeitungszeiten.

9.3.8.1 N excretion / N-Ausscheidung

N excretions are calculated as a function of performance and feed properties.

Mass conservation allows the determination of the amount of N excreted annually as the difference between N intakes with feed, N used for egg production and for growth.

Die Ausscheidungen werden in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung berechnet.

Unter Berücksichtigung der Massenerhaltung lässt sich die Menge der jährlichen N-Ausscheidungen pro Tierplatz als Differenz von N-Aufnahme durch Nahrung und N-Verbrauch für Eiproduktion und Zuwachs berechnen:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{eggs}} - m_{\text{g}} \quad (9.13)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{eggs}	amount of nitrogen exported with eggs (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

9.3.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter

The amount of N taken in with feed is a function of the amount of feed and the crude protein (XP) content of the feed:

Die Menge des mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs ist eine Funktion von aufgenommener Futtermenge und Rohprotein-(XP-)Gehalt im Futter:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot \alpha \cdot \left(m_{\text{F}} \cdot \frac{\tau_{\text{lifespan}}}{\tau_{\text{round}}} \right) \quad (9.14)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in feed (in kg kg ⁻¹ XP)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
m_{F}	daily feed intake (in kg d ⁻¹ an ⁻¹)
τ_{lifespan}	span of animal lifetime within a round (in d ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

The relevant time spans τ_{lifespan} and τ_{round} are discussed in detail in Chapter 9.3.3.2.

XP contents $x_{\text{XP, feed}}$ of typical standard feed mixtures of 0.172 kg kg⁻¹ and 0.165 kg kg⁻¹ for N reduced feed (Haenel and Dämmgen, 2007b) are assumed.

Daily feed intake is primarily a function of the metabolisable energy requirements and is described and derived in Chapter 9.3.3.1. Taking into account that m_{F} is defined with respect to a single animal while ME_{lh} is given in terms of animal place, the following equation applies if the animals are fed according to requirements:

$$m_{\text{F}} = \frac{ME_{\text{lh}}}{\eta_{\text{ME, feed}}} \cdot \frac{\tau_{\text{round}}}{\tau_{\text{lifespan}}} \quad (9.15)$$

where

m_{F}	daily feed intake (in kg d ⁻¹ an ⁻¹)
ME_{lh}	requirements of metabolisable energy (in MJ an ⁻¹ d ⁻¹ ME)
$\eta_{\text{ME, feed}}$	content of metabolisable energy in feed ($\eta_{\text{ME, feed}} = 11.26 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ME}$, see below)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)
τ_{lifespan}	span of animal lifetime within a round (in d ro ⁻¹)

Expert judgement and the literature describing the rearing of laying hens under practice conditions agree that hens with a performance as in 2004/2005 get about 120 g an⁻¹ d⁻¹ if they are fed ad libitum (expert judgement Halle; expert judgement Kleine-Klausing; LfL, 2004). This amount includes a fraction of wasted

Zu τ_{lifespan} und τ_{round} wird auf Kapitel 9.3.3.2 verwiesen.

Es wird angenommen, dass typische XP-Gehalte von Standard-Futter bei 0,172 kg kg⁻¹ XP und für NP-reduzierte Futter bei 0,165 kg kg⁻¹ XP liegen (Haenel und Dämmgen, 2007b).

Die tägliche Futtermengeaufnahme ist im Wesentlichen eine Funktion des umsetzbaren Energiebedarfs (vgl. Kapitel 9.3.3.1). Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt dann unter Berücksichtigung, dass sich m_{F} auf das Tier bezieht, während ME_{lh} auf den Tierplatz bezogen wird:

Experten und die die Praxis beschreibende Literatur stimmen darin überein, dass beim Leistungsstand von 2004/2005 bei ad-libitum-Fütterung etwa 120 g an⁻¹ d⁻¹ verfüttert werden (Halle, FAL Privatmitteilung; Kleine-Klausing, deuka, Privatmitteilung; LfL, 2004). Diese Futtermenge umfasst aber auch ver-

feed (which would have to be considered in the N balance of the bedding material). Indeed, notice is given on the actual feed intake and the difference mentioned above in the reports of the official evaluation of the performance of laying hens.

In this inventory, calculations are made using the above equation and feeding data, which are consistent with the data used the calculation model in Chapter 9.3.4. Thus, the energy content of the feed is assumed to be $\eta_{ME, feed} = 11.26 \text{ MJ kg}^{-1}$ (deuka "Legehennenalleinfutter ALL-MASH LC"). Due to lack of information, this value is taken to be constant for the whole time series. This leads to a typical daily feed ration m_F of 0.110 to 0.115 $\text{kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

schwendetes Futter (das in der N-Bilanz der Einstreu zu berücksichtigen wäre). Hinweise auf die Höhe der tatsächlich aufgenommenen niedrigeren Futtermenge – und ihrer Entwicklung in den letzten Jahren – sind der amtlichen Legeleistungsprüfung zu entnehmen.

In diesem Inventar wird m_F nach obigem Ansatz berechnet, damit die Ergebnisse mit dem auch schon in Kapitel 9.3.4 verwendeten bedarfsorientierten Rechenmodell konsistent sind. Für den Energiegehalt des Futters wird der Wert $\eta_{ME, feed} = 11,26 \text{ MJ kg}^{-1}$ verwendet (deuka Legehennenalleinfutter ALL-MASH LC). Mangels besserer Informationen wird dieser Wert als zeitlich konstant angenommen. Damit liegt m_F zurzeit typisch bei 0,110 bis 0,115 $\text{kg an}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

9.3.8.1.2 N excretion with eggs / N-Ausscheidung mit Eiern

The amount of N excreted with eggs is assessed from the number of eggs laid per place, the mean egg mass and the mean protein content of the eggs:

Die mit Eiern ausgeschiedenen N-Mengen berechnen sich aus der Zahl der gelegten Eier pro Platz und Jahr, der durchschnittlichen Ei-Masse und dem mittleren Protein-Gehalt der Eier:

$$m_{\text{eggs}} = n_{\text{egg}} \cdot x_{\text{XP, eggs}} \cdot x_{\text{N}} \cdot \mu_{\text{egg}} \quad (9.16)$$

where

m_{eggs}	amount of nitrogen exported with eggs (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
n_{egg}	number of eggs considered (in $\text{pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
$x_{\text{XP, eggs}}$	crude protein content of eggs ($x_{\text{XP, eggs}} = 0.119 \text{ kg kg}^{-1} \text{ XP}$, see below)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
μ_{egg}	average egg mass (in kg)

The information on $x_{\text{XP, eggs}}$ provided by the literature varies, e.g. 0.112 $\text{kg kg}^{-1} \text{ XP}$ in GfE (2000, pg. 58) and 0.121 $\text{kg kg}^{-1} \text{ XP}$ in Geflügeljahrbuch (2005, pg. 212). The value used in this inventory (0.119 $\text{kg kg}^{-1} \text{ XP}$) is based on the N content of eggs provided in LfL (2006a), i.e..

In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben zu $x_{\text{XP, eggs}}$, z. B. 0,112 $\text{kg kg}^{-1} \text{ XP}$ in GfE (2000, S. 58) und 0,121 $\text{kg kg}^{-1} \text{ XP}$ im Geflügeljahrbuch (2005, S. 212). Der hier verwendete Wert 0,119 $\text{kg kg}^{-1} \text{ XP}$ beruht auf Angaben in LfL (2006a) zum N-Gehalt von Eiern.

9.3.8.1.3 N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper

The N retention is obtained from the weight gain, the duration of the production cycle and the mean XP content of the animals:

Aus der Gewichtszunahme, der Dauer des Produktionszyklus und dem mittleren N-Gehalt der Tiere folgt für die N-Retention:

$$m_g = x_{\text{N, ret, lh}} \cdot \alpha \cdot \frac{w_{\text{fin}} - w_{\text{start}}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.17)$$

where

m_g	amount of nitrogen retained with growth (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
$x_{\text{N, ret, lh}}$	N retained by laying hens ($x_{\text{N, ret, lh}} = 0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, see LfL, 2006a)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
w_{fin}	animal weight at the end of the round (in kg an^{-1})
w_{start}	animal weight at the begin of the round (in kg an^{-1})
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})

N retention value is in the range proposed by KTBL (2006), pg. 566, and DLG /2005), pg. 47, where a N excretion of $0.74 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ is assumed for normal feeding, and of $0.71 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ for N/P reduced feeding.

The contents of uric acid and ammonium N (UAN) are calculated. The results are close to the standard value of 70 %.

9.3.8.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the properties of straw see Chapter 3.6.

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

An immobilisation of TAN from UAN is unlikely, as the dry conditions impede the process.

The amount of bedding material to be applied per animal place and year is given in the following table.

Die N-Retention bewegt sich in dem von KTBL (2006) S. 566 bzw. DLG /2005), S. 47 gesteckten Rahmen, demzufolge bei Standardfütterung $0,74 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$, für N-reduzierte Fütterung $0,71 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ angesetzt werden.

Die Gehalte an Harnsäure- und Ammonium-N (UAN) werden berechnet und liegen dicht bei den als Standardwert angenommenen 70 %.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Eine Immobilisierung von TAN aus UAN in der Einstreu findet wahrscheinlich nicht statt (fehlende Feuchtigkeit verhindert Immobilisierung).

Nachfolgende Tabelle gibt die jährlich pro Tierplatz zu berücksichtigende Einstreumenge an.

Table 9.9: Laying hens, amounts of N inputs with straw in German laying hen houses

Animal house type	straw input ^a kg pl ⁻¹ a ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ a ⁻¹
deep litter house	0.50 ^a	0.43	$2.15 \cdot 10^{-3}$	$1.08 \cdot 10^{-3}$
aviary	0.23 ^b	0.20	$0.99 \cdot 10^{-3}$	$0.50 \cdot 10^{-3}$

^a Source: KTBL (2006b), pg. 544
^b Source: KTBL (2006b), pg. 546

9.3.8.3 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

The partial emission factors for the animal house are listed in Table 9.10 to Table 9.13. They are related to the amount of N excreted.

Die partiellen Emissionsfaktoren für den Stallbereich gehen aus Table 9.10 hervor. Sie beziehen sich auf das ausgeschiedene N.

Table 9.10: Laying hens, partial emission factors for NH₃ losses from housing (related to N excreted)

cages	with dung pit		0.338	kg kg ⁻¹ N
	with dung belt	without drying	0.162	kg kg ⁻¹ N
aviary		with drying	0.043	kg kg ⁻¹ N
		with dung drying	0.101	kg kg ⁻¹ N
deep litter (Bodenhaltung)			0.351	kg kg ⁻¹ N

Source: Döhler et al. (2002), Tables 3.11 and A6 (modified)

For NH₃ emissions from storage (storage outside the housing), EMEP(2007)-1090.9 (Tabelle 4.1) does not provide an emission factor but an NH₃-N emission of $0.03 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$. However, assuming that the UAN excreted in the housing can be considered to be TAN (see Chapter 3.5.4), the emission given by EMEP can be transformed into an emission factor. The respective equation makes use of the data given in

Für die NH₃-Emission aus dem (außerhalb des Stalles befindlichen) Lager gibt EMEP(2007)-1090.9 (Tabelle 4.1) keinen Emissionsfaktor an, sondern einen Emissionswert von $0,03 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ („storage outside the housing“). Unter der Annahme, dass das im Stall ausgeschiedene UAN als TAN betrachtet werden kann (siehe Kapitel 3.5.4), kann der Emissionswert in einen Emissionsfaktor umgerechnet wer-

EMEP(2007)-1090.9 (Tabelle 4.1 und Tabelle 5B) for N excretion, amount of TAN in the excreta as well as for the NH₃-N emission from housing:

den. Dazu werden die in EMEP(2007)-1090.9 (Tabelle 4.1 und Tabelle 5B) genannten Daten zur N-Ausscheidung und deren TAN-Gehalt sowie zur NH₃-N-Emission aus dem Stall verwendet:

$$EF_{\text{storage, NH}_3\text{-N}} = \frac{E_{\text{storage, NH}_3\text{-N}}}{m_{\text{storage, UAN}}} = \frac{E_{\text{storage, NH}_3\text{-N}}}{m_{\text{excreted}} \cdot x_{\text{UAN}} - E_{\text{house, NH}_3\text{-N}}} \quad (9.18)$$

where

$EF_{\text{storage, NH}_3\text{-N}}$	emission factor for NH ₃ emissions from storage (in kg kg ⁻¹ N)
$m_{\text{storage, UAN}}$	amount of UAN input to storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$E_{\text{storage, NH}_3\text{-N}}$	emission from the laying hen excreta stored ($E_{\text{storage, NH}_3\text{-N}} = 0.03 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
m_{excreted}	amount of nitrogen excreted by laying hens ($m_{\text{excreted}} = 0.8 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
x_{UAN}	UAN (\approx TAN) content of excreta ($x_{\text{UAN}} = 0.7 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
$E_{\text{house, NH}_3\text{-N}}$	emission from the laying hen house ($E_{\text{house, NH}_3\text{-N}} = 0.19 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)

This yields an emission factor ($EF_{\text{storage, NH}_3\text{-N}}$) of 0,81 kg kg⁻¹ N, related to UAN.

Es ergibt sich $EF_{\text{storage, NH}_3\text{-N}} = 0,81 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, bezogen auf UAN.

The calculation of emissions from housing, storage, and spreading follows the outline given in Chapter 3.5.2.1 (with the exception that there is no immobilisation of TAN to N_{org} in the storage, cf. Figure 3.5 with Figure 3.4).

Die Emissionsberechnung für Stall, Lager und Ausbringung erfolgt sinngemäß wie für Säugetiere in Kapitel 3.5.2.1 beschrieben, wobei im Lager keine Immobilisierung von TAN zu N_{org} stattfindet, vgl. Figure 3.5 mit Figure 3.4.

For spreading, partial emission factors are used as provided in Table 9.4.

Die partiellen Emissionsfaktoren für Ausbringung werden Table 9.4 entnommen.

For the calculation of application losses, times before incorporation are provided by RAUMIS (see Chapter 17.2).

Die Einarbeitungszeiten für Legehennenkot werden durch RAUMIS (siehe Kapitel 17.2) zur Verfügung gestellt.

9.3.8.4 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The N₂O emission factor is a combined factor for house and storage. The data used are taken from IPCC(2006)-10.63, because IPCC(1996) does not provide specific emission factors for poultry, but extrapolates inappropriately from dry lot conditions for cattle.

Der Emissionsfaktor für N₂O fasst die Emissionen aus Stall und Lager zusammen. Die Daten sind IPCC(2006)-10.63 entnommen, da IPCC(1996) keine spezifischen Emissionsfaktoren für Geflügel kennt. (Statt dessen werden dort unangemessen dry-lot-Emissionsfaktoren (für Rinder) übernommen.)

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.5.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

Uncertainty of the emission factor

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

9.3.9 Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

9.3.9.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

The frequency distributions of housing systems are taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 9.3.6.3.

Die Häufigkeitsverteilungen für die Haltungssysteme werden den entsprechenden Angaben für die Rechnungen in Kapitel 9.3.6.3 entnommen.

9.3.9.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors used are listed in Table 9.11. (EMEP(2007) B1010).

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Table 9.11 zusammengestellt (EMEP(2007)-B1010).

Table 9.11: Laying hens, first estimates of emission factors for particle emissions from housing

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
laying hens	Cages	0.017	0.0021
	Perchery	0.084	0.0162

Source: EMEP(2007)-B1010-5

9.3.10 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 9.12: Laying hens, related tables in the Tables volume

			from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.19	
		NMVOC	EM1005.50	
		NH ₃	EM1009.21	
		N ₂ O	EM1009.93	EM1009.95
		NO	EM1009.149	
		PM ₁₀	EM1010.15	
		PM _{2.5}	EM1010.35	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.29	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.19	
		NMVOC	IEF1005.46	
		NH ₃	IEF1009.18	
		N ₂ O	IEF1009.81	
		NO	IEF1009.122	
		PM ₁₀	IEF1010.14	
		PM _{2.5}	IEF1010.32	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.01	AI1005POU.14

9.4 Broilers / Masthähnchen und –hühnchen

Broilers are special chicken lines reared for meat production.

The assessment of emissions from broiler production using a mass flow approach relies on German national animal performance and feeding data. Frequency distributions for housing types, storage and application are available in principle.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 9.13.

Masthähnchen und –hühnchen sind auf Fleischproduktion spezialisierte Hühnerrassen.

Die Berechnung der Emissionen aus der Haltung von Masthähnchen und –hühnchen nach dem Massenfluss-Verfahren beruht auf nationalen Daten für Leistungsdaten und Fütterung. Im Prinzip sind Häufigkeitsverteilungen für Stalltypen, Lagerung sowie Ausbringung von Geflügelmist bekannt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 9.13 genannten Verfahren.

Table 9.13: Broilers, calculation procedures applied

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

9.4.1 Animal numbers and meat production data / Tierzahlen und Hähnchenfleischproduktion

9.4.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers have been surveyed in each census, i.e. until 1996 in each even year, and from 1999 onwards in each odd year (StatLA C III 1 – vj 4, StatBA FS3 R4).

The time series of broiler populations for Berlin is remarkable in that the population decreased drastically after 1990 by more than 99 %.

Data gap closure

There is no possibility to close data gaps other than to use previous year data. Missing data for 1990 and 1991 are replaced by data from 1992.

Uncertainty of activity data

As for laying hens, changes in the marginal conditions of the censuses do not affect the overall numbers to a large extent. With a systematic uncertainty of about 5 % and a random uncertainty of about 5 % (Dämmgen 2005), the overall uncertainty is estimated to be in the order of magnitude of 10 %. It is interpreted as standard deviation of a normal distribution.

Tierplatzzahlen werden in jeder Tierzählung erhoben, d.h. bis 1996 in allen geraden Jahren und ab 1999 in allen ungeraden Jahren (StatLA C III 1 – vj 4, StatBA FS3 R4).

Auffällig ist der Rückgang der Tierzahlen im ehemaligen Ostberlin unmittelbar nach der Wende auf weniger als 1 % der ursprünglichen Bestände.

Schließen von Datenlücken

Datenlücken können nur durch Verwendung der Vorjahreszahlen geschlossen werden. Die Lückenjahre 1990 und 1991 werden mit Daten von 1992 gefüllt.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wie bei Legehennen hat eine Änderung der Randbedingungen der Tierzählungen nur wenig Einfluss auf die Ergebnisse. Bei einem systematischen Fehler von etwa 5 % (Dämmgen 2005) und einem statistischen Fehler von etwa 5 % erscheint es angemessen, einen Gesamtfehler von größenordnungsmäßig 10 % anzunehmen. Dieser wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

9.4.1.2 Data on Broiler meat production / Daten zur Hähnchenfleisch-Produktion

German broiler meat production figures are available for each year as national totals. (ZMP “Eier und Geflügel”, annual reports)

Daten zur Brutto-Hähnchenfleischproduktion liegen jährlich auf nationaler Ebene vor. (ZMP “Eier und Geflügel”, jährliche Reihe)

9.4.2 Animal production and animal performance / *Haltungsverfahren und tierische Leistung*

In Germany, short-term fattening of broilers (duration: 32 to 35 days per round, about 7.9 animal rounds per year, final weight approx. 1.5 kg an⁻¹) and the so-called splitting method are preferred. In the splitting method, 20 to 30 % of the animals are removed from the house between days 30 and 33 of the fattening period (final weight approx. 1.5 kg an⁻¹) and slaughtered. The remaining population is fattened further till day 38 to 42, the final weight being about 2.2 kg an⁻¹. Extended fattening, in general, takes 50 to 60 days with final live weights up to 3 kg. (All data according to: KTBL 2006b; LWK-NW 2006). Final weights are increasing from year to year. Because of limited contribution to national broiler meat production, extended fattening in organic farming (fattening periods up to 80 days) is not considered subsequently,

The predominant share in German broiler production originates from few producers running big units. Therefore, a differentiation in space of performance and feed properties is thought to be unnecessary.

A differentiation between the two fattening methods is impossible. Statistical data provide mean final weights only. However, as shown in Figure 9.2, the near-linear weight development of broilers allows for a treatment of "mean broilers", albeit with a differentiation of female and male animals.

Weight gain serves as performance criterion. It is a function of gender and the duration of the fattening period.

Official statistics do not report starting weight data. Independent of sex, a typical value of 42 g an⁻¹ is assumed. Observed scatter in the order of about 10 % can be neglected with respect to emission estimates.

Neither final weights nor life span data are reported by official statistics. However, as long as the number of animal rounds, the gender ratio and the slaughter yield (ratio of carcass weight to live weight) are known, gender specific final weights and the duration of the fattening period can be derived from the number of animal places and the annual meat production (Haenel and Dämmgen 2009a, 2009b, using ZMP balances „Eier und Geflügel“ (“eggs and poultry”), for various years.). Animal numbers and total meat production data refer to the same year, respectively.

According to Haenel and Dämmgen (2009a), for fattening period durations between 28 and 49 days (approximately up to 56 days) the gender-specific final weight can be calculated from:

$$w_{\text{fin},i} = w_{\text{start}} + r_g \cdot (a_{g,i} + b_{g,i} \cdot k_{\text{fin}}) \quad (9.19)$$

where

$\Delta w_{i,k,\text{lin}}$ linearisation of total weight gain $\Delta w_{i,k}$ (in kg an⁻¹)

In Deutschland werden die Kurzmast (Dauer 32 bis 35 Tage, etwa 7,9 Durchgänge pro Jahr, Endgewicht ca. 1,5 kg an⁻¹) und das Splitting-Verfahren bevorzugt. Bei Letzterem werden in ca. 7,1 Durchgängen pro Jahr am 30. bis 33. Masttag 20 bis 30 % der Tiere zur Schlachtung aus dem Bestand gefangen (Endgewicht ca. 1,5 kg an⁻¹), und die übrigen Tiere weiter bis zum 38. bis 42. Tag mit einem Endgewicht von bis zu 2,2 kg gemästet. In der Langmast beträgt die Mastdauer i. d. R. 50 bis 60 Tage bei einem Endgewicht bis zu rund 3 kg. (Alle Angaben: KTBL 2006b; LWK-NW 2006). Die erreichten Endgewichte nehmen von Jahr zu Jahr zu. Die ökologische Langmast mit Mastdauern mit bis zu 80 Tagen wird im Folgenden wegen des noch geringen Anteils an der Fleischproduktion nicht berücksichtigt.

Der überwiegende Anteil der deutschen Masthähnchen und -hühnchen-Bestände stammt von wenigen Produzenten und wird in großen Einheiten gehalten. Eine räumliche Differenzierung der Leistungs- und Futtereigenschaften ist daher nicht erforderlich.

Im Bereich der üblichen Mastdauer-Spannweite ist das Entwicklungsverhalten von Masthähnchen und -hühnchen hinreichend linear (s. z. B. Figure 9.2), so dass mit einer bundesweit mittleren Mastdauer und mittleren, allerdings nach Geschlecht getrennten Tiergewichten gerechnet werden kann.

Leistungskriterium ist die von Geschlecht und Mastdauer abhängige Gewichtszunahme.

Das durch die Officialstatistik nicht berichtete Anfangsgewicht wird unabhängig vom Geschlecht mit 42 g an⁻¹ angesetzt (GfE, 2000, Tabelle 2.3.1). In der Praxis zu beobachtende Schwankungen (ca. +/- 10 %) können in ihrem Einfluss auf die Emissionsberechnung vernachlässigt werden.

Die Officialstatistik berichtet weder Endgewichte noch Daten zur Mastdauer. Sofern Durchgangszahl pro Jahr, Geschlechterverhältnis und Schlachtausbeute bekannt sind, können geschlechtsabhängige Endgewichte und die Mastdauer aus Tierplatzzahlen und jährlicher Gesamtfleischproduktion (ZMP-Bilanzen „Eier und Geflügel“, verschiedene Jahre) berechnet werden (Haenel und Dämmgen 2009a, 2009b.). Dabei werden Tierplatzzahl und Gesamtfleischproduktionszahl aus dem gleichen Jahr verwendet.

Nach Haenel und Dämmgen (2009a) kann das geschlechtsabhängige Endgewicht für Mastdauern von 28 bis 49 Tage (näherungsweise auch bis 56 Tage) beschrieben werden durch:

i	gender index ($i = \text{male, female}$)
r_g	growth relative to reference (in kg kg^{-1})
$a_{g,i}$	constant ($a_{g, \text{male}} = -1010.7 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$, $a_{g, \text{female}} = -645.3 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$)
$b_{g,i}$	constant ($b_{g, \text{male}} = 78.343 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$, $b_{g, \text{female}} = 61.586 \cdot 10^{-3} \text{ kg an}^{-1}$)
k_{fin}	number of final day of fattening period

The term in brackets describes the (gender-dependent) weight gain of a reference broiler according to GfE (2000, Table 2.3.1). The variable r_g accounts for the deviation of the true weights from the development of the reference weights. Figure 9.2 illustrates the weight gain of the reference broilers as a function of time. Between days 28 and 49, the weight gain can be described by a linear function using the parameters a_{gi} and b_{gi} . The derivation of r_g is illustrated in Figure 9.3, using data from Anonymus (1997), Anonymus (2001b), Damme (1994, 1995, 1996), Damme and Rychlik (2001), Klein (1991a, 1991b), Poteracki (1991, 1994, 1996, 1995), Poteracki and Adam (1993a, 1993b), Poteracki et al. (1994), Simon (2001) as well as Simon and Stegemann (2005). The trend is confirmed for 2006 and 2007 by data given in Anonymus (2007d) and Simon and Stegemann (2007). Table 9.14 shows r_g for 1990 through 2007.

Der Klammerausdruck beschreibt den geschlechtsabhängigen Zuwachs eines Referenztieres nach GfE (2000, Tabelle 2.3.1), während der Faktor r_g die Abweichung tatsächlicher Tiergewichte von der Referenz-Gewichtsentwicklung berücksichtigt. Figure 9.2 zeigt den zeitlichen Verlauf des Referenztier-Zuwachses, dessen Linearisierung zwischen Tag 28 und 49 zu den Koeffizienten a_{gi} und b_{gi} führt. Figure 9.3 illustriert die Ableitung von r_g . Sie beruht auf Daten von Anonymus (1997), Anonymus (2001b), Damme (1994, 1995, 1996), Damme und Rychlik (2001), Klein (1991a, 1991b), Poteracki (1991, 1994, 1996, 1995), Poteracki und Adam (1993a, 1993b), Poteracki et al. (1994), Simon (2001) und Simon und Stegemann (2005). Neuere Daten bestätigen den Trend für 2006 und 2007 (Anonymus, 2007d; Simon und Stegemann, 2007). Table 9.14:

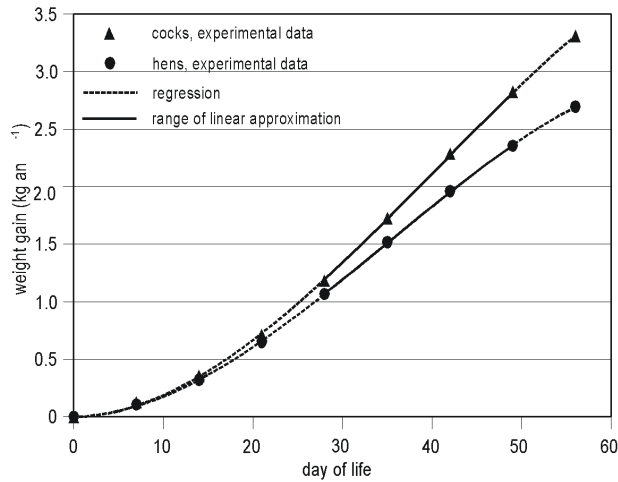


Figure 9.2: Broilers, reference weight gain, based on GfE (2000, Table 2.3.1). Between day 28 and day 49 (see solid lines), the curves can be linearised to yield the coefficients $a_{g,i}$ and $b_{g,i}$ (cf. Haenel and Dämmgen, 2009a).

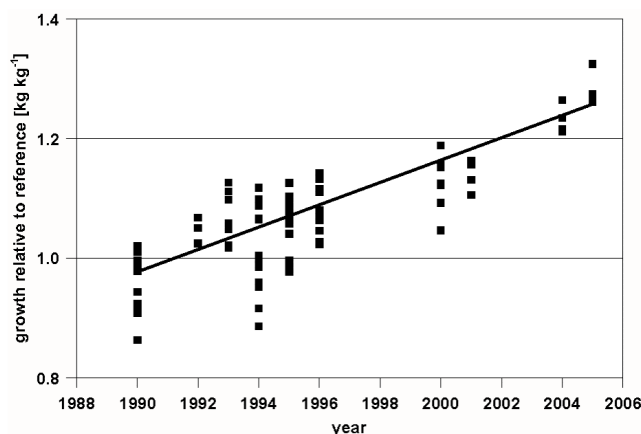


Figure 9.3: Broilers, growth relative to reference (r_g , solid trend line, $R^2 = 0.71$).

Figure adopted from Haenel and Dämmgen (2009a). Data points are results from breeding and feed composition contests with different fattening periods (and a male-female ratio of 1:1), normalised by the mean of growth data from reference cocks and hens according to Figure 9.2. For contest data references see text.

Table 9.14: Growth rate relative to reference (r_g , in kg kg^{-1})

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
0.964	0.982	1.001	1.020	1.038	1.057	1.076	1.095	1.113	1.132
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008^a	
1.151	1.169	1.188	1.207	1.225	1.244	1.263	1.282	1.282	

^a Due to lack of data, r_g could not be estimated for 2008. Hence the value of 2007 was adopted.

Table 9.15: Broilers, time series of national-scale animal characteristics and calculation results (for data gap closure see text)

Year	cumulative carcass weight ^a Gg a^{-1}	animal places ^a 1000 places	lifespan ^b d ro^{-1}	number of rounds per year ^b cy	w_{kfin} (cocks) ^b kg an^{-1}	w_{kfin} (hens) ^b kg an^{-1}	cumulative metabolic weight (cocks) ^b kg d an^{-1}	cumulative metabolic weight (hens) ^b kg d an^{-1}	ratio of carcass weight to w_{kfin} ^b kg kg^{-1}
1990	317.0	35393	41.3	6.32	2.189	1.873	34.91	31.95	0.698
1991	322.7								
1992	344.3	36666	41.7	6.27	2.301	1.967	36.53	33.41	0.702
1993	348.7								
1994	364.5	40686	35.8	7.29	1.909	1.664	27.09	24.94	0.688
1995	360.8								
1996	387.9	43366	33.0	8.03	1.733	1.532	23.15	21.43	0.682
1997	402.8								
1998	444.4								
1999	460.2	49334	32.0	8.34	1.737	1.543	22.47	20.85	0.682
2000	533.9								
2001	560.6	51386	40.3	6.47	2.552	2.190	37.82	34.60	0.711
2002	571.4								
2003	618.5	54611	40.4	6.45	2.646	2.269	38.96	35.64	0.715
2004	705.7								
2005	739.6	56763	47.1	5.65	3.351	2.832	53.84	49.10	0.740
2006	752.0								
2007	828.5	58044	50.8	5.33	3.846	2.224	66.14	60.32	0.757
2008									

^a Source: ZMP „Eier und Geflügel“ (1990 – 2008). Cumulative carcass weight for 1990 is the value given by ZMP reduced by the number of animal number reduction immediately following German unification (also given by ZMP). Cumulative carcass weights for 2006 to 2007 are not available due to change in census methodology; values could be recalculated from other ZMP data. Number of animal places for 2007 is from Statistisches Bundesamt (official German census data), while ZMP data for previous years are based on official German census data but modified to account for animal places not accounted for in the official data. Due to liquidation of ZMP in 2009 no data are available for 2008.

^b modelled according to Haenel and Dämmgen (2009b)

The data gaps in the model input data given in Table 9.15 (cumulative carcass weight, number of animal places) were closed as follows:

- 1991 - 2006: Linear interpolation of the numbers of animal places,
- 2008: use of 2007 data.

Official statistics do not report durations of broiler fattening periods. Haenel and Dämmgen (2009b) developed a modelling approach to derive a national mean of fattening period duration. The only model input required is the carcass weight per place and year as well as the growth rate relative to reference r_g .

Figure 9.4 shows the functions obtained by the model.

The time series of model input data and model results (duration of fattening period, number of rounds per year, ratio of carcass weight) are given in Table 9.15. The carcass weight per place is derived from officially reported data of national carcass weight totals and animal place numbers. The modelled animal weights are also given in Table 9.15.

No additional data are available to close data gaps with respect to animal weights. Thus gaps are closed by adoption of the weights reported in the respective previous year.

Zur Füllung der Datenlücken in den Modellinputdaten (kumulatives Schlachtgewicht, Zahl der Tierplätze) in Table 9.15 wurde wie folgt vorgegangen:

- 1991 - 2006: Lineare Interpolation der Tierplatzzahlen,
- 2008: Übernahme der Inputdaten von 2007.

Die Officialstatistik berichtet nicht über Hähnchenmastdauern. Haenel und Dämmgen (2009b) entwickelten daher einen Modellansatz zur Ableitung eines nationalen Mastdauerwertes als Funktion des Gewichtes nach Schlachtung unter Berücksichtigung des Zuwachsfaktors r_g .

Figure 9.4 zeigt die mit dem Modell erhaltenen Funktionen.

Die Zeitreihen von Modelleingabedaten und Modellergebnissen (Mastdauer, Durchgangszahl, Schlachtausbeutefaktor) finden sich in Table 9.15. Das platzbezogene Gewicht nach Schlachtung ergibt sich aus den offiziell berichteten Zahlen über nationale Schlachtfleischmengen und Tierplätze. Die damit berechneten Tiergewichtsdaten werden ebenfalls in Table 9.15 gezeigt.

Lücken in der Tiergewicht-Zeitreihe, die auf Tierplatzzahl-Lücken zurückgehen, können nicht mit Hilfe zusätzlicher Informationen geschlossen werden. Es werden die Tiergewichte des Vorjahres verwendet.

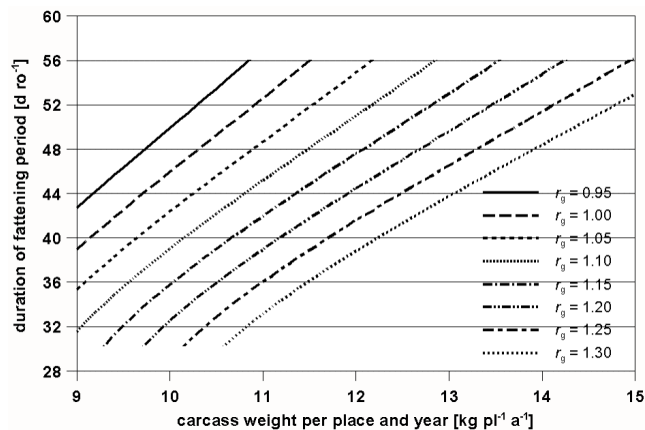


Figure 9.4: Broilers, calculated mean duration of fattening period in Germany (as a function of the carcass weight per place and year and the growth relative to reference r_g [curve family parameter, in kg kg^{-1}]). Figure adopted from Haenel and Dämmgen (2009b)

9.4.3 Energy requirements / Energiebedarf

9.4.3.1 Metabolisable energy / Umsetzbare Energie

The overall requirements of metabolisable energy ME_{br} (daily average per place and day) are deduced from the following relation:

$$ME_{br} = ME_m + ME_g \quad (9.20)$$

where

ME_{br}	requirements of metabolisable energy (in MJ $an^{-1} d^{-1}$ ME)
ME_m	metabolisable energy required for maintenance (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$ ME)
ME_g	metabolisable energy consumed for growth (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$ ME)

In contrast to the treatment of laying hens, the equation to describe ME does not contain a term to describe the energy required to obtain food. Such a share is not mentioned explicitly in the literature. It is assumed that the amount is part of the reported ME_m data.

Im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Fütterung gilt für den auf einen Tierplatz bezogenen tagesmittleren Bedarf an metabolisierbarer Energie ME_{br} :

Anders als bei Legehennen enthält die ME-Gleichung keinen Energieaufwand zur Futtersuche. Ein solcher Anteil wird in der verfügbaren Literatur nicht gesondert ausgewiesen. Es wird angenommen, dass er in den berichteten ME_m -Daten enthalten ist.

9.4.3.2 Metabolisable energy required for maintenance / Erhaltungsenergie

The energy balances of male and female broilers differ from one another. This is accounted for using the share of males, x_{male} , in the overall population. Official data for this share are missing. A ratio x_{male} of 0.5 is used in accordance with animal performance and feed composition contests (Haenel and Dämmgen, 2009a).

Masthähnchen und –hähnchen weichen in ihrem Energiehaushalt voneinander ab. Mit Hilfe des relativen Anteils der männlichen Broiler an der Gesamtpopulation, x_{male} , werden die beiden Geschlechter formal getrennt berücksichtigt. Mangels offizieller Daten wird x_{male} unter Bezug auf Zuchttier- und Futtermittelprüfungen mit 0,5 angesetzt (Haenel und Dämmgen, 2009a).

$$ME_m = x_{male} \cdot ME_{m,male} + (1 - x_{male}) \cdot ME_{m,female} \quad (9.21)$$

where

ME_m	metabolisable energy required for maintenance (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$ ME)
x_{male}	fraction of males with respect to total broiler population (in $pl^{-1} pl^{-1}$)
$ME_{m,male}$	metabolisable energy required for daily maintenance by males (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$ ME)
$ME_{m,female}$	metabolisable energy required for daily maintenance by females (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$ ME)

with

$$ME_{m,i} = \eta_{ME,m} \cdot \frac{\sum W_i}{\tau_{round}} \quad (9.22)$$

where

i	$i = \text{male, female}$
$ME_{m,i}$	metabolisable energy required for daily maintenance by gender I (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$ ME)
$\eta_{ME,m}$	specific metabolisable energy required for daily maintenance (see below)
$\sum W_i$	cumulative metabolic weight (in $kg d an^{-1} ro^{-1} = kg d pl^{-1} ro^{-1}$)
τ_{round}	duration of production cycle (in $d ro^{-1}$)

In accordance with GfE (2000, equation 1.3.11), the specific metabolisable energy required for daily maintenance for laying hens is used by analogy ($\eta_{ME,m} = 0.48 \text{ MJ } kg^{-1} d^{-1} \text{ ME}$).

Die spezifische metabolisierbare Energie $\eta_{ME,m}$ wird nach GfE (2000, Gleichung 1.3.11) in Analogie zu Legehennen mit $0,48 \text{ MJ } kg^{-1} d^{-1} \text{ ME}$ angesetzt.

Das geschlechtsabhängige kumulative metabo-

The gender-dependent cumulative metabolic weight ΣW_i ($I = \text{male, female}$) is defined by Equation (9.26). The calculation is performed according to the approach used for layers (see Chapter 9.3.3.2):

lische Gewicht ΣW_i ($i = \text{männlich, weiblich}$) ist definiert nach Gleichung (9.26). Die Berechnung entspricht formal der für Legehennen, siehe Kapitel 9.3.3.2:

$$\Sigma W_i = w_{m, \text{ref}} \cdot \left[\tau_{\text{char, br, } i} \cdot \left(\frac{w_{\text{start}}}{w_{\text{ref}}} \right)^{0.75} + \left(\tau_{\text{lifespan}} - \tau_{\text{char, br, } i} \right) \cdot \left(\frac{w_{\text{fin, } i}}{w_{\text{ref}}} \right)^{0.75} \right] \quad (9.23)$$

where

ΣW_i	cumulative metabolic weight (in $\text{kg d an}^{-1} \text{ ro}^{-1} = \text{kg d pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
$w_{m, \text{ref}}$	reference weight ($w_{m, \text{ref}} = 1 \text{ kg an}^{-1}$)
$\tau_{\text{char, br, } i}$	characteristic time scale of growth for $i = \text{male, female}$ (d ro^{-1})
w_{start}	animal weight at the beginning of the round (in kg an^{-1})
τ_{lifespan}	lifespan of laying hens (in d ro^{-1})
$w_{\text{fin, } i}$	animal weight at the end of the round for $i = \text{male, female}$ (in kg an^{-1})

The characteristic time parameter $\tau_{\text{char, br, } I}$ is calculated as function of lifespan (cf. Haenel and Dämmgen, 2009a):

Der charakteristische Zeitparameter $\tau_{\text{char, br, } i}$ ist nach Haenel und Dämmgen (2009a) als Funktion der Mastdauer zu berechnen:

$$\tau_{\text{char, br, } i} = a_{\tau, i} + b_{\tau, i} \cdot k_{\text{fin}} + c_{\tau, i} \cdot k_{\text{fin}}^2 \quad (9.24)$$

where

i	gender index ($i = \text{male, female}$)
k_{fin}	number of final day of fattening period
$a_{\tau, i}$	constant ($a_{\tau, \text{male}} = -1.419952 \text{ d ro}^{-1}$, $a_{\tau, \text{female}} = -1.502001 \text{ d ro}^{-1}$)
$b_{\tau, i}$	constant ($b_{\tau, \text{male}} = 0.689000 \text{ d ro}^{-1}$, $b_{\tau, \text{female}} = 0.713653 \text{ d ro}^{-1}$)
$c_{\tau, i}$	constant ($c_{\tau, \text{male}} = -0.002281 \text{ d ro}^{-1}$, $c_{\tau, \text{female}} = -0.003068 \text{ d ro}^{-1}$)

9.4.3.3 Metabolisable energy required for growth / Energiebedarf für Wachstum

The mean requirements can be derived from the respective gender-specific metabolisable energies:

Der mittlere Bedarf ergibt sich aus den geschlechtsabhängigen Anteilen:

$$ME_g = x_{\text{male}} \cdot ME_{g, \text{male}} + (1 - x_{\text{male}}) \cdot ME_{g, \text{female}} \quad (9.25)$$

where

ME_g	metabolisable energy required for growth (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
x_{male}	fraction of males with respect to total broiler population (in pl pl^{-1})
$ME_{g, \text{male}}$	metabolisable energy required for growth by males (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$ME_{g, \text{female}}$	metabolisable energy required for growth by females (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)

with

$$ME_{g, i} = \eta_{\text{ME, g, } i} \cdot \frac{\Delta w_{\text{round, } i}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.26)$$

where

$ME_{g, i}$	metabolisable energy required for growth, $i = \text{male, female}$ (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$\eta_{\text{ME, g, } i}$	specific metabolisable energy required for growth, $i = \text{male, female}$ (in $\text{MJ kg}^{-1} \text{ ME}$)
$\Delta w_{\text{round, } i}$	animal weight gain per place and round, $i = \text{male, female}$ (in $\text{kg an}^{-1} = \text{kg pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})

The specific energy requirements $\eta_{ME, g, i}$ depend on the duration of the fattening period (Haenel and Dämmgen, 2009a):

$$\eta_{ME, g, i} = a_{\eta, i} + b_{\eta, i} \cdot k_{fin} + c_{\eta, i} \cdot k_{fin}^2 \quad (9.27)$$

where

$\eta_{ME, g, i}$	specific metabolisable energy required for growth, i = male, female (in MJ kg ⁻¹ ME)
k_{fin}	number of final day of fattening period
$a_{\eta, i}$	constant ($a_{\eta, male} = 11.253984 \text{ MJ kg}^{-1}$, $a_{\eta, female} = 11.2224501 \text{ MJ kg}^{-1}$)
$b_{\eta, i}$	constant ($b_{\eta, male} = 0.204377 \text{ MJ kg}^{-1}$, $b_{\eta, female} = 0.214422 \text{ MJ kg}^{-1}$)
$c_{\eta, i}$	constant ($c_{\eta, male} = -0.001865 \text{ MJ kg}^{-1}$, $c_{\eta, female} = -0.001704 \text{ MJ kg}^{-1}$)

The analysis of various time series of contests (breeding animal performance contests, feed conversion contests, see Haenel and Dämmgen 2009a) showed deviations of -15.8 to + 7.4 % from metabolisable energy requirements calculated according to the GfE (2000) equations given above. New broiler lines with improved feed exploitation (Simon and Stegemann, 2007) will have energy requirements consistently lower than those given by the GfE (2000) approach. At the time being, lack of data inhibits adequate modelling of this effect.

Der spezifische Energiebedarf $\eta_{ME, g, i}$ kann als Funktion der Mastdauer berechnet werden (Haenel und Dämmgen, 2009a):

Die Auswertung einer Reihe von Zucht- und Futterwertleistungsprüfungen (Haenel und Dämmgen, 2009a) erbrachte Abweichungen der aufgenommenen metabolisierbaren Energie vom oben beschriebenen GfE (2000)-Ansatz zwischen -15,8 % und +7,4 %. Für neue Hähnchenlinien mit verbesserter Futterverwertung (Simon und Stegemann, 2007) wird mit einer dauerhaften Unterschreitung des durch GfE (2000) gegebenen Energiebedarfs zu rechnen sein. Eine Modellierung ist mangels geeigneter Daten bisher nicht möglich.

9.4.4 Feed requirements and feed composition / Futterbedarf und Futterzusammensetzung

In general, broiler feeding is split up in three phases. A special feed for chicks is given normally until day 11, followed by the fattening feed, which is replaced by a special feed about four to five days before slaughtering. The first-phase feed has a lesser ME content and a higher content of crude protein (XP) than the feed within the subsequent two phases. The latter differ only slightly from each other with respect to ME and XP contents.

As the duration of the fattening period and the animal performances have been varying and the feed composition has varied to some extent, it has been impossible to establish national and representative time series of mean feed properties such as η_{ME} , x_{XP} . Data originating from breeding performance and feed quality contests offered some guidance which resulted in the respective data in Table 9.16. Table 9.16 also shows ME requirements and feed intake modelled for an average broiler population (cocks-to-hens-ratio of 1 to 1). Feed intake is based on the assumption of feeding adequate to energy requirements.

The gross energy intake GE_{br} is given by:

$$GE_{br} = \frac{ME_{br}}{X_{ME, br}} \quad (9.28)$$

where

Die Fütterung ist im Allgemeinen dreiphasig. Das Kükenfutter wird meist bis zum 11. Tag verabreicht, danach folgt das Mastfutter, und ca. vier bis fünf Tage vor dem Schlachttermin wird die Fütterung auf Absatzfutter umgestellt. Die Fütterung in der Anfangsphase weist einen geringeren Gehalt an ME und einen höheren Gehalt an Rohprotein (XP) auf als die nachfolgenden beiden Phasen, die sich bzgl. ME- und XP-Gehalt i. d. R. kaum voneinander unterscheiden.

Wegen variierender Mastdauer, unterschiedlichem Leistungsverhalten der Tiere und gewisser Toleranzen in der Futtermittelproduktion ist es prinzipiell unmöglich, bundesweit repräsentative Jahreseffektivwerte für Futtereigenschaften (η_{ME} , x_{XP}) zu ermitteln. Zucht- und Futtermittelprüfungen erlauben jedoch die Ableitung von Richtwerten. Table 9.16 zeigt diese Richtwerte sowie die für eine mittlere Masthähnchen und -hähnchen-Population (Hähne-zu-Hennen-Verhältnis 1 zu 1) modellierten Werte für ME-Bedarf und Futteraufnahme. Letztere wurde unter der Annahme einer bedarfsgerechten Fütterung berechnet.

Für die Bruttoenergie-Aufnahme GE_{br} gilt:

GE_{br} gross energy intake (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 ME_{br} requirements of metabolisable energy (in MJ an⁻¹ d⁻¹)
 $X_{ME, br}$ metabolisability ($X_{ME, br} = 0.733$ MJ MJ⁻¹, see below)

According to Wecke et al. (2006), $X_{ME, br}$ is 0.72 MJ MJ⁻¹. Due to lack of information, $X_{ME, br}$ is assumed to be constant with time and space.

Nach Wecke et al. (2006) wird $X_{ME, br}$ mit 0,72 MJ MJ⁻¹ angesetzt. Mangels besserer Informationen wird $X_{ME, br}$ als zeitlich und räumlich konstant angesehen.

Table 9.16: Broilers, time series of feed properties, ME requirements and feed intake as modelled for an average broiler population (cocks-to-hens-ratio of 1)

Year	XP content ^a kg kg ⁻¹	ME content ^a MJ kg ⁻¹	ME requirements ^b MJ pl ⁻¹ d ⁻¹	feed intake ^b g pl ⁻¹ d ⁻¹
1990	0.230	13.0		
1991	0.230	13.0		
1992	0.230	13.0	0.893	68.7
1993	0.230	13.0		
1994	0.230	13.0	0.821	63.2
1995	0.230	13.0		
1996	0.230	13.0	0.802	61.7
1997	0.230	13.0		
1998	0.230	13.0		
1999	0.220	13.0	0.825	63.5
2000	0.220	13.0		
2001	0.220	13.0	0.999	76.8
2002	0.220	13.0		
2003	0.210	13.0	1.031	79.3
2004	0.210	13.0		
2005	0.210	13.0	1.183	91.0
2006	0.205	13.0		
2007	0.205	13.0		
2008	0.205	13.0		

^a Source: Haenel and Dämmgen (2009a), except for 2006 and 2007 where data are based on Anonymus (2007d) and Simon und Stegemann (2007)

^b calculated according to Haenel and Dämmgen (2009a)

9.4.5 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

9.4.6 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

9.4.6.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

CH₄ emissions from manure management of broilers are determined using a detailed methodology:

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management werden nach einem detaillierten Verfahren berechnet:

$$E_{CH_4, MM, br} = EF_{CH_4, MM, br} \cdot n_{br} \quad (9.29)$$

where

$E_{CH_4, MM, br}$ methane emissions from manure management for broilers (in kg a⁻¹ CH₄)
 $EF_{CH_4, MM, br}$ emission factor for methane from manure management for broilers

n_{br} (in $\text{kg an}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)
number of broiler places

and

$$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{br}} = VS_{br} \cdot \alpha \cdot B_{o, br} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{po} \quad (9.30)$$

with

$EF_{\text{CH}_4, \text{MM}, \text{br}}$ emission factor for methane from manure management for broilers
(in $\text{kg an}^{-1} \text{a}^{-1} \text{CH}_4$)
 VS_{br} volatile solid excretion of broilers (in $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 $B_{o, br}$ maximum methane producing capacity for broilers ($B_{o, br} = 0.36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{CH}_4$,
IPCC(2006))
 ρ_{CH_4} density of methane ($\rho_{\text{CH}_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
 MCF_{po} methane conversion factor for poultry, cold region ($MCF_{br} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1}$)

and

$$VS_{br} = GE_{br} \cdot \frac{1}{\eta_{E, br}} \cdot (1 - X_{DE, br}) \cdot (1 - x_{ash, br}) \quad (9.31)$$

where

VS_{br} volatile solid excretion of broilers (in $\text{kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 GE_{br} gross energy intake of broilers (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{d}^{-1}$)
 $\eta_{E, br}$ energy content of dry matter ($c_{E, br} = 16.18 \text{ MJ kg}^{-1}$, see Wecke et al. 2006)
 $X_{DE, br}$ digestibility of feed ($X_{DE, br} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
 $x_{ash, br}$ ash content of the manure ($x_{ash, br} = 0.18 \text{ kg kg}^{-1}$, see below)

According to a compilation of values of ash content in broiler excreta (cf. Hennig and Poppe, 1975), $x_{ash, br} = 0.18 \text{ kg kg}^{-1}$ is assumed.

No data are available for the digestibility $X_{DE, br}$. Thus, the value used for pullets is used instead ($X_{DE, br} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$). Both $X_{DE, br}$ and $x_{ash, br}$ are assumed to be constant with time.

The time series of VS excretions as calculated by the equations given above is presented in Table 9.18 in Chapter 9.4.8.1.2.

Basierend auf einer Literaturlauswertung in Hennig und Poppe (1975) wird der Aschegehalt im Broiler-Kot mit $x_{ash, br} = 0,18 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt.

Für die Verdaulichkeit $X_{DE, br}$ konnten keine Daten ermittelt werden, weshalb der Junghennen-Wert $0,78 \text{ MJ MJ}^{-1}$ verwendet wird. Sowohl $x_{ash, br}$ als auch $X_{DE, br}$ werden als zeitlich konstant angenommen.

Die so errechnete Zeitreihe der VS-Ausscheidungen ist in Table 9.18 in Kapitel 9.4.8.1.2 dargestellt.

9.4.6.2 VS inputs with bedding material / VS-Einträge mit Einstreu

The German inventory no longer considers potential CH_4 emissions from straw in systems with bedding..

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A very detailed methodology is used to derive VS and N excretion rates as a function of time.

In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage system, as these have an effect on both CH_4 and N_2O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Ein sehr detailliertes Verfahren zur Beschreibung der VS- und N-Ausscheidungsrate wird verwendet. Die Ergebnisse sind zeitabhängig.

In einem Massenfluss-Verfahren ist es notwendig, zwischen unterschiedlichen Stall- und Lagersystemen zu unterscheiden, weil beide einen Einfluss auf CH_4 - und N_2O -Emissionsfaktoren haben.

IPCC 2006 erlaubt eine bessere Beschreibung der Emissionen beider Gase aus dem Lager. Wenn IPCC

the NH₃ emissions.

In contrast to IPCC 2006, IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry.

IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The methane conversion factors solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

2006 genutzt wird, kann die Berechnung konsistent mit den NH₃-Emissionen erfolgen.

Im Gegensatz zu IPCC 2006 werden in IPCC 1996 Geflügel-Spezies nicht unterschieden.

IPCC 2006 bietet temperaturabhängige Methan-Umwandlungsfaktoren, wohingegen IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

Die in IPCC 2006 angegebene Methan-Bildungs-Kapazität ist größer als die in IPCC 1996 beschriebene.

Der Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist in IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996.

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

In Germany, only one type of broiler houses is used. Bedding is provided as straw.

Poultry manure is stored as solid.

In Deutschland wird in der Hähnchenmast nur ein Gebäudetyp eingesetzt.

Geflügelkot wird trocken gelagert.

9.4.7 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For the calculation of NMVOC emissions, a simpler methodology is used.

There is no differentiation with respect to animal categories. The emission factors (cf. Chapter 3.4.4) for poultry are related to NH₃ emissions and listed in Table 9.2.

NMVOC-Emissionen werden wie für alle Hühner nach einem einfachen Verfahren ermittelt.

Die Emissionsfaktoren sind nicht nach Tierkategorien differenziert. Die auf NH₃-Emissionen bezogenen NMVOC-Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 3.4.4) sind in Table 9.2 zusammengestellt.

9.4.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

9.4.8.1 N excretion / N-Ausscheidung

N excretions are calculated as a function of performance and feed properties.

Mass conservation allows the determination of the amount of N excreted annually as the difference between N intakes with feed and N used for growth (for results see Table 9.18):

Die Ausscheidungen werden in Abhängigkeit von Leistung und Fütterung berechnet.

Unter Berücksichtigung der Massenerhaltung ergibt sich die Menge der jährlichen N-Ausscheidungen pro Tierplatz als Differenz von N-Aufnahme durch Nahrung und N-Verbrauch für Zuwachs (zu den Ergebnissen siehe Table 9.18):

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{eggs}} - m_{\text{g}} \quad (9.32)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

9.4.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter

The amount of N taken in with feed can be calculated from the amount of feed and the crude protein (XP) content of the feed:

Die Menge des mit dem Futter aufgenommenen Stickstoffs berechnet sich mit Hilfe von Futtermenge und Rohprotein-(XP-)Gehalt:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot \alpha \cdot \left(m_{\text{F}} \cdot \frac{\tau_{\text{lifespan}}}{\tau_{\text{round}}} \right) \quad (9.33)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1} \text{N}$)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in feed (in $\text{kg kg}^{-1} \text{XP}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
m_{F}	daily feed intake (in $\text{kg d}^{-1} \text{an}^{-1}$)
τ_{lifespan}	span of animal lifetime within a round (in d ro^{-1})
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})

For the XP contents of normal feed see Table 9.16. No information is available for N reduced feed. The assessment of excretions makes use of the assumption that broiler production in Germany is based on a “normal” feed composition.

Feed intake is governed by ME requirements (ME_{br}), see Chapter 9.4.3.1. Keeping in mind that the daily feed requirements are related to the individual, whereas ME_{br} is related to the animal place, the amount of feed m_{F} can be calculated as:

$$m_{\text{F}} = \frac{ME_{\text{br}}}{\eta_{\text{ME, feed}}} \cdot \frac{\tau_{\text{round}}}{\tau_{\text{lifespan}}} \quad (9.34)$$

where

m_{F}	daily feed intake (in $\text{kg d}^{-1} \text{an}^{-1}$)
ME_{br}	requirements of metabolisable energy (in $\text{MJ an}^{-1} \text{d}^{-1}$)
$\eta_{\text{ME, feed}}$	content of metabolisable energy in feed ($\eta_{\text{ME, feed}} = 11.26 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ME}$, see Chapter 9.4.3.1)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})
τ_{lifespan}	span of animal lifetime within a round (in d ro^{-1})

Feed intake calculated from the equation given above: $0.06 \text{ kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$ in the early 1990ies up to values exceeding $0.07 \text{ kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$ for the present (due to heavier animals). For more results see Table 9.18.

Table 9.16 gibt den XP-Gehalt von nicht N-reduziertem Futter an. Informationen zu N-reduziertem Futter sind nicht verfügbar. Die Ausscheidungs-berechnungen gehen von nicht N-reduziertem Futter aus.

Die tägliche Futtermittelaufnahme ist eine Funktion des umsetzbaren Energiebedarfs ME_{br} (siehe Kapitel 9.4.3.1). Der tägliche Futterbedarf m_{F} bezieht sich auf das Tier, während ME_{br} pro Tierplatz bestimmt wird. Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt:

Mit obiger Gleichung findet man Futteraufnahme-werte von knapp unter $0,06 \text{ kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$ zu Beginn der 1990er Jahre bis hin zu Werten über $0.07 \text{ kg pl}^{-1} \text{d}^{-1}$ für die heutzutage schwereren Tiere (Table 9.18).

9.4.8.1.2 N retention in the animal / N-Retention im Tierkörper

LfL (2006a) quantify the specific retention with $0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$. The description of broilers by GfE (2000, Table 2.3.1) suggests a smaller N retention, which is depending on the age of the animal and to some extent on its gender. If one disregards the influence of genders, the N retention of broilers $x_{\text{N, ret, br}}$ can be described for animals between 21 und 56 days of life (Haenel and Dämmgen, 2009a):

$$x_{\text{N, ret}} = a_{\text{ret}} + b_{\text{ret}} \cdot k_{\text{fin}} + c_{\text{ret}} \cdot k_{\text{fin}}^2 \quad (9.35)$$

where

$x_{\text{N, ret}}$	gender-averaged specific N retention as function of lifespan (in $\text{kg kg}^{-1} \text{N}$)
k_{fin}	number of final day of fattening period
a_{ret}	constant ($a_{\text{ret}} = 2.3806 \cdot 10^{-2} \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)
b_{ret}	constant ($b_{\text{ret}} = 2.5244 \cdot 10^{-4} \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$)

LfL (2006a) gibt die spezifische N-Retention mit $0,035 \text{ kg kg}^{-1} \text{N}$ an. Der Broiler-Datensatz in GfE (2000, Tabelle 2.3.1) deutet eher auf eine niedrigere N-Retention hin, die überdies alters- und in geringem Maße geschlechtsabhängig ist. Unter Vernachlässigung der Geschlechtsabhängigkeit ergibt sich in guter Näherung eine Formel für die spezifische N-Retention $x_{\text{N, ret, br}}$, die für Haltungsdauern von 21 bis 56 Tage anwendbar ist (Haenel und Dämmgen, 2009a):

c_{ret} constant ($c_{ret} = -1.9964 \cdot 10^{-6} \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Table 9.17 shows the N retention as estimated for selected lifespans.

Table 9.17 zeigt die für ausgewählte Mastdauern berechnete spezifische Retention.

Table 9.17: Broilers, calculated specific N retention

Duration of fattening period (d ro ⁻¹)	21	28	35	42	49	56
$x_{N,ret,br}$ (kg kg ⁻¹)	0.0282	0.0293	0.0302	0.0309	0.0314	0.0317

Total N retention is obtained from:

Die absolute N-Retention folgt dann aus:

$$m_g = x_{N,ret} \cdot \alpha \cdot \frac{[x_{male} \cdot w_{fin,male} + (1-x_{male}) \cdot w_{fin,female}] - w_{start}}{\tau_{round}} \quad (9.36)$$

where

m_g amount of nitrogen retained with growth (in kg pl⁻¹ a⁻¹ N)
 $x_{N,ret}$ gender-averaged specific N retention as function of lifespan (in kg kg⁻¹ N)
 α time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 x_{male} male broiler fraction of total population (in pl pl⁻¹)
 $w_{fin,male}$ weight of male broiler at the end of the round (in kg an⁻¹)
 $w_{fin,female}$ weight of female broiler at the end of the round (in kg an⁻¹)
 w_{start} animal weight at the beginning of the round (in kg an⁻¹)
 τ_{round} duration of production cycle (in d ro⁻¹)

The UAN content reflects the assumption of an overall digestibility of crude protein of 0.78 kg kg⁻¹.

Der UAN-Gehalt wird unter Annahme einer Rohprotein-Verdaulichkeit von 0,78 kg kg⁻¹ berechnet.

Detailed results of the calculation of N excretions are given in Table 9.18 which also comprises VS excretions (see Chapter 9.4.6.1). Data are given for those years where no data gap closure was necessary (cf. vgl. Table 9.14).

Table 9.18 zeigt Detail-Ergebnisse zu den Berechnungen der N-Ausscheidungen für alle Jahre, in denen kein Lückenschluss der Inputdaten erfolgte (vgl. Table 9.14). Ebenfalls angegeben sind VS-Ausscheidungen (s. Kapitel 9.4.6.1).

Table 9.18: Broilers, time series of VS excretions, N balance components, and UAN content

Year	VS excretion	N intake	N retention	N excretion		UAN content
	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ d ⁻¹	g pl ⁻¹ a ⁻¹	kg kg ⁻¹
1990	13.3	2.42	1.06	1.36	497	0.609
1991						
1992	13.8	2.53	1.11	1.42	518	0.608
1993						
1994	12.7	2.33	1.05	1.27	464	0.597
1995						
1996	12.4	2.27	1.05	1.22	446	0.591
1997						
1998						
1999	12.8	2.23	1.09	1.14	418	0.571
2000						
2001	15.5	2.70	1.27	1.44	524	0.586
2002						
2003	16.0	2.66	1.31	1.35	494	0.567
2004						
2005	18.6	3.11	1.49	1.63	593	0.579
2006						
2007	20.5	3.33	1.61	1.73	630	0.575
2008						

Results are based on the duration of an entire round (i.e. the sum of lifespan and cleansing time) and a cocks to hens ratio of 1.

9.4.8.2 *N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh*

Bedding is considered to be straw For the properties of straw see Chapter 3.6.

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

The amount of bedding material to be applied per animal place and year is given in the following table.

Einstreu wird als Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Nachfolgende Tabelle gibt die jährlich pro Tierplatz zu berücksichtigende Einstreumenge an.

Table 9.19: Broilers, amounts of N inputs with straw in German broiler houses

Animal house type	straw input ^a kg pl ⁻¹ a ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ a ⁻¹
mean of all housing systems	1.5	1.29	6.5·10 ⁻³	3.2·10 ⁻³

^a Source: KTBL (2006) Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, pg. 586 and pg. 588

9.4.8.3 *Partial emission factors for NH₃ / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren*

According to Döhler et al. (2002), Tables 3.11 and A6, a mean emission factor for bedded systems of 0.138 kg kg⁻¹ NH₃-N related to N excretion should be used.

The derivation of the NH₃ factor for storage is described in Chapter 9.3.8.3, the data can be found in Table 9.3.

For spreading a factor of 0.45 kg kg⁻¹ NH₃-N related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.4).

In the bedding material, an immobilisation of TAN from UAN is unlikely, as the dry conditions impede the process.

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

Nach Döhler et al. (2002), Tabellen 3.11 und A6, wird für die Haltung mit Einstreu ein mittlerer Wert von 0,138 kg kg⁻¹ NH₃-N bezogen auf die N-Ausscheidung angesetzt.

Zur Ableitung des NH₃-Faktors für Lagerung siehe Kapitel 9.3.8.3, zu den Werten Table 9.3.

Für die Ausbringung wird ein partieller Emissionsfaktor von 0,45 kg kg⁻¹ NH₃-N in Bezug auf vorhandenes UAN angesetzt (vgl. Table 9.4, Einarbeitung innerhalb 24 h).

Eine Immobilisierung von TAN aus UAN in der Einstreu findet wahrscheinlich nicht statt (fehlende Feuchtigkeit verhindert Immobilisierung).

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

9.4.8.4 *Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂*

The N₂O emission factor is a combined factor for house and storage. The data used are taken from IPCC(2006)-10.63, because IPCC(1996) does not provide specific emission factors for poultry, but extrapolates inappropriately from dry lot conditions for cattle.

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.5.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose an uncertainty factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

Der Emissionsfaktor für N₂O fasst die Emissionen aus Stall und Lager zusammen. Die Daten sind IPCC(2006)-10.63 entnommen, da IPCC(1996) keine spezifischen Emissionsfaktoren für Geflügel kennt. (Statt dessen werden dort unangemessen dry-lot-Emissionsfaktoren (für Rinder) übernommen.)

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Unsicherheitsfaktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei log-normaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

9.4.9 *Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub*

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

9.4.9.1.1 Emission explaining variables / Emissionserklärende Variablen

In broiler production, only one housing system is taken into account.

In der Haltung von Masthähnchen und –hühnchen ist nur ein Stalltyp vorgesehen.

9.4.9.1.2 Emission factors for particle emissions / Emissionsfaktoren für Partikel-Emissionen

EMEP(2007)-B1100-5 list the following particle emission factors for broilers (housing category “litter”): 0.052 kg pl⁻¹ a⁻¹ PM₁₀, 0.0068 kg pl⁻¹ a⁻¹ PM_{2.5}.

EMEP(2007)-B1100-5 gibt die folgenden PM-Emissionsfaktoren for Masthähnchen und –hühnchen (Haltungskategorie “Einstreu”) an: 0,052 kg pl⁻¹ a⁻¹ PM₁₀, 0,0068 kg pl⁻¹ a⁻¹ PM_{2.5}.

9.4.10 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 9.20: Broilers, related tables in the Tables volume

			from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.20	
		NMVOC	EM1005.51	
		NH ₃	EM1009.22	
		N ₂ O	EM1009.96	EM1009.98
		NO	EM1009.150	
		PM ₁₀	EM1010.16	
		PM _{2.5}	EM1010.36	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.30	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.20	
		NMVOC	IEF1005.47	
		NH ₃	IEF1009.19	
		N ₂ O	IEF1009.82	
		NO	IEF1009.113	
		PM ₁₀		
		PM _{2.5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.15	AI1005POU.29

9.5 Pullets / Junghennen

Pullets are young hens between hatching and the beginning of egg production (18th week). They do not produce eggs.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 9.21.

Zukünftige Legehennen werden in der Zeit vom Schlüpfen bis zu Ihrer Einstallung nach der 18. Lebenswoche als Junghennen bezeichnet. Junghennen legen noch keine Eier.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 9.21 zusammengestellten Verfahren.

Table 9.21: Pullets, calculation procedures applied

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

9.5.1 Animal numbers / Tierzahlen

In StatLA C III 1 – vj 4, the Statistical Offices of the Federal States provide numbers for laying hens and pullets. These numbers cannot be used, as they do not differentiate between the two subcategories adequately: the 6 months used as criterion do not reflect the present agricultural practice (see Chapter 9.3.1).

The numbers of pullets n_{pu} relevant for the inventory are derived using the procedure described in Chapter 9.3.1.

Die Statistischen Landesämter stellen in StatLA C III 1 – vj 4 Tierzahlen für Legehennen und Junghennen bereit. Die dort genannten Tierzahlen können allerdings nicht verwendet werden, weil die Trennung der beiden Tierkategorien bei einem Alter von 6 Monate erfolgt und damit nicht der praxisübliche Vorgehensweise entspricht (s. Kapitel 9.3.1).

Die für das Inventar relevanten Tierzahlen n_{pu} werden nach den Überlegungen in Kapitel 9.3.1 abgeleitet.

$$n_{pu} = (n_{AA} + n_{AB}) \cdot \frac{\tau_{round, pu}}{\tau_{round, lh} + \tau_{round, pu}} \quad (9.37)$$

where

n_{pu}	number of pullet places considered
n_{AA}	animal place numbers of type AA in the German census (see Table 9.1)
n_{AB}	animal place numbers of type AB in the German census (see Table 9.1)
$\tau_{round, lh}$	duration of round for laying hens ($\tau_{round, lh} = 441 \text{ d ro}^{-1}$)
$\tau_{round, pu}$	duration of round for pullets ($\tau_{round, pu} = 142 \text{ d ro}^{-1}$)

Uncertainty of activity data

The overall uncertainty is assumed to be < 10 %. The inventory assumes an uncertainty of 10 % which is interpreted as the standard deviation of a normal distribution.

From 2005 on, the animal numbers are available in hundreds only. This does not lead to any significant changes of the uncertainty.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen wird auf < 10 % geschätzt. Für das Inventar wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 10 % ausgegangen. Die angenommene Verteilung ist normal.

Von 2005 an werden die Tierzahlen nur noch mit einer Auflösung von hundert Stück angegeben. Dies ist ohne nennenswerten Einfluss auf die Unsicherheit.

9.5.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

9.5.2.1 Animal weights and weight gains / Tiergewichte und Gewichtszunahmen

The relevant performance criterion of pullets is their weight gain from chick (starting weight fixed to 45 g an^{-1} , see Daenischessen, 2006) to the final weight of about 1.3 kg an^{-1} (mean for 2005 and various breeds, equal to $w_{\text{start, lh}}$). In 1990, the final weight was 1.55 kg an^{-1} (for sources of information see Table 9.21), and the life period between hatching and egg production was slightly longer than nowadays. However, this cannot be reflected in the subsequent calculation procedure, as reliable and representative data are still missing. The final weight equals the start weight of laying hens (see Chapter 9.3.2.1).

Die Leistung von Junghühnern besteht in ihrem Gewichtszuwachs von 45 g an^{-1} als Küken (einheitlich angenommenes Anfangsgewicht nach Daenischessen, 2006) bis zu ca. $1,3 \text{ kg an}^{-1}$ (Mittelwert 2005 für verschiedene Rassen) am Ende der Aufzuchtphase. 1990 betrug das mittlere Endgewicht noch ca. $1,55 \text{ kg an}^{-1}$ (siehe Quellenangaben Table 9.21). Die Aufzuchtdauer war etwas länger als heutzutage, was mangels verlässlicher und repräsentativer Daten im nachfolgenden Berechnungsverfahren nicht berücksichtigt wird. Das Endgewicht entspricht dem Anfangsgewicht in der Legehennenhaltung (s. Kapitel 9.3.2.1).

9.5.3 Energy requirements /Energiebedarf

The daily requirements for metabolisable energy of pullets is obtained from:

Für den täglichen Bedarf an umsetzbarer Energie gilt für Junghennen:

$$ME_{\text{pu}} = ME_{\text{m}} + ME_{\text{f}} + ME_{\text{g}} \quad (9.38)$$

where

ME_{pu}	requirements of metabolisable energy (in $\text{MJ an}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
ME_{m}	metabolisable energy required for maintenance (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
ME_{f}	metabolisable energy needed to obtain food (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
ME_{g}	metabolisable energy consumed for growth (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)

Methods to calculate ME_{m} , ME_{f} and ME_{g} are not available at present. However, there is a close relation between the feed intake per round and the weight gain (e.g. Halle 2002; Richter and Kolb 2005). If one assumes feeding according to energetic requirements, one can use the following equation:

Methoden zur Berechnung von ME_{m} , ME_{f} und ME_{g} sind derzeit nicht verfügbar. Es besteht aber ein enger Zusammenhang zwischen der pro Durchgang aufgenommenen Futtermenge und der erreichten Gewichtszunahme (z. B. Halle 2002; Richter und Kolb 2005). Unter Annahme einer bedarfsgerechten Fütterung ergibt sich daraus:

$$ME_{\text{m}} + ME_{\text{f}} + ME_{\text{g}} = \eta_{\text{ME, feed}} \cdot \left(x_{\text{feed, pu}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{round}}}{\tau_{\text{round}}} \right) \quad (9.39)$$

where

ME_{m}	metabolisable energy required for maintenance (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
ME_{f}	metabolisable energy needed to obtain food (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
ME_{g}	metabolisable energy consumed for growth (in $\text{MJ pl}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ ME}$)
$\eta_{\text{ME, feed}}$	content of metabolisable energy in pullet diet (in $\text{MJ kg}^{-1} \text{ ME}$)
$x_{\text{feed, pu}}$	pullet diet mass needed for animal weight gain (in kg kg^{-1})
Δw_{round}	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.2.4.2 (in $\text{kg an}^{-1} = \text{kg pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro^{-1})

The term in brackets describes the total amount of feed taken in during the period of upbringing. Haenel and Dämmgen (2007a) derive ME contents of $\eta_{\text{ME, feed}} = 11.2 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ME}$ and a feeding effort of $x_{\text{feed, pu}} = 5.12 \text{ kg kg}^{-1}$.

Der Klammerausdruck repräsentiert die während der Aufzucht insgesamt aufgenommene Futtermenge. Nach Haenel und Dämmgen (2007a) wird der ME-Gehalt mit $\eta_{\text{ME, feed}} = 11,2 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ ME}$ und der Futteraufwand mit $x_{\text{feed, pu}} = 5,12 \text{ kg kg}^{-1}$ angesetzt.

The animal round τ_{round} comprises the period of raising, $\tau_{\text{lifespan, pu}} = 128 \text{ d ro}^{-1}$ (KTBL, 2004, pg. 480) and the service time $\tau_{\text{service, pu}} = 14 \text{ d ro}^{-1}$ (Geflügeljahrbuch 2005, pg. 79).

Die Durchgangsdauer τ_{round} umfasst die Aufzucht-dauer $\tau_{\text{lifespan, pu}}$ von 128 d ro^{-1} (KTBL, 2004, S. 480) und die Reinigungszeit $\tau_{\text{service, pu}}$ (14 d ro^{-1} nach Geflügeljahrbuch 2005, S. 79).

9.5.4 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

For this inventory it is assumed that the feed composition given in Table 9.22 is representative of the feed used in pullet production.

Für das Inventar wird davon ausgegangen, dass in den Junghennenproduktion Futter eingesetzt werden, wie sie in Table 9.22 beschrieben sind.

Table 9.22: Pullets, diets used in pullet feeding, related energies, and nitrogen contents (GE, DE and ME related to dry matter DM)

Representative values for phase feeding are given in footnotes. For pullet feeds 1A/1B, energy content calculations are based on data in Beyer et al. (2004)

Feed type	Lifetime period (weeks)	Major components	GE in MJ kg ⁻¹	DE in MJ kg ⁻¹	ME in MJ kg ⁻¹	x _N in kg kg ⁻¹
pullets 1A ^{1,a}	1 to 8	maize, wheat, barley, soybean meal, peas, dried grass meal, soybean oil	16.0	12.5	11.3	0.0291
pullets 1B ^{1,a}	9 to 18	maize, wheat, barley, soybean meal, dried grass meal	15.7	12.2	11.2	0.0230
pullets 2A ^{2,b}	1 to 2				11.4	0.0352 to 0.0376
pullets 2B ^{2,b}	3 to 6				11.0	0.0272 to 0.0296
pullets 2C ^{2,b}	7 to 12				10.6	0.0240 to 0.0264
pullets 2D ^{2,b}	13 to 18				10.6	0.0192 to 0.0216
pullets 3A ^{3,c}	1 to 3				12.0	0.0336
pullets 3B ^{3,c}	4 to 8				11.4	0.0296
pullets 3C ^{3,c}	9 to 16				11.4	0.0232
pullets 3D ^{3,c}	17 to 19				11.6	0.0280
pullets 4A ^{4,d}	1 to 3				12.0	0.0336
(N reduced) pullets 4B ^{4,d}	4 to 7				11.4	0.0272
(N reduced) pullets 4C ^{4,d}	8 to 12				11.4	0.0224
(N reduced) pullets 4D ^{4,d}	13 to 16				11.2	0.0208
(N reduced) pullets 4E ^{4,d}	17 to 19				11.4	0.0264

^a Intake weighted phase averages: $GE = 15.77 \text{ MJ kg}^{-1}$, $DE = 12.28 \text{ MJ kg}^{-1}$, $ME = 11.23 \text{ MJ kg}^{-1}$, $x_N = 0.0247 \text{ kg kg}^{-1}$.

^b Intake weighted averages for phase A to D: $ME = 10.68 \text{ MJ kg}^{-1}$, x_N (minimum) $0.0224 \text{ kg kg}^{-1}$ and $0.0248 \text{ kg kg}^{-1}$, x_N (maximum) 0.222 kg kg^{-1} and 0.196 kg kg^{-1} .

^c Intake weighted averages for phases A to D: $ME = 11.46 \text{ MJ kg}^{-1}$, $x_N = 0.0258 \text{ kg kg}^{-1}$.

^d Intake weighted averages for phases A to E: $ME = 11.34 \text{ MJ kg}^{-1}$, $x_N = 0.0234 \text{ kg kg}^{-1}$.

Sources: ¹ Halle (2002); ² KTBL (2004), pp. 495/496; ^{3,4} DLG (2005), pg. 46

The actual feed intake was combined with the metabolisability of the relevant feed components. For a two phase production system the mean effective metabolisability was calculated and assumed to be constant with time (Haenel and Dämmgen, 2007a). As further information is not available at present, gross energy requirements are determined as follows:

Aus der tatsächlichen Futteraufnahme wurde unter Verwendung üblicher Werte für die Umsetzbarkeit der relevanten Futterbestandteile einer Zweiphasenfütterung die effektive Umsetzbarkeit $X_{ME, pu}$ berechnet (Haenel und Dämmgen, 2007a), die mangels besserer Informationen als zeitlich konstant angenommen wird. Mit ihrer Hilfe bestimmt sich die Bruttoenergie wie folgt:

$$GE_{pu} = \frac{ME_{pu}}{X_{ME, pu}} \quad (9.40)$$

where

GE_{pu}	gross energy intake (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$)
ME_{pu}	requirements of metabolisable energy (in MJ $an^{-1} d^{-1}$)
$X_{ME, pu}$	metabolisability ($X_{ME, pu} = 0.712 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see above)

9.5.5 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

9.5.6 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

9.5.6.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidungen

The emission calculation for pullets is performed using a detailed methodology:

Die CH_4 -Emissionen aus der Junghennen-Haltung werden nach einem detaillierten Verfahren berechnet:

$$E_{CH_4, MM, pu} = EF_{CH_4, MM, pu} \cdot n_{pu} \quad (9.41)$$

where

$E_{CH_4, MM, pu}$	methane emissions from manure management for pullets (in $kg a^{-1} CH_4$)
$EF_{CH_4, MM, pu}$	emission factor for methane from manure management for pullets (in $kg an^{-1} a^{-1} CH_4$)
n_{pu}	number of pullet places

and

$$EF_{CH_4, MM, pu} = VS_{pu} \cdot \alpha \cdot B_{o, pu} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{pu} \quad (9.42)$$

with

$EF_{CH_4, MM, pu}$	emission factor for methane from manure management for pullets (in $kg an^{-1} a^{-1} CH_4$)
VS_{pu}	volatile solid excretion of pullets (in $kg an^{-1} d^{-1}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 d a^{-1}$)
$B_{o, pu}$	maximum methane producing capacity for pullets (in $m^3 kg^{-1} CH_4$)
ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
MCF_{pu}	methane conversion factor for pullets, cold region (in $kg kg^{-1}$)

and

$$VS_{pu} = GE_{pu} \cdot \frac{1}{\eta_{E, pu}} \cdot (1 - X_{DE, pu}) \cdot (1 - x_{ash, pu}) \quad (9.43)$$

where

VS_{pu}	volatile solid excretion of pullets (in $kg an^{-1} d^{-1}$)
GE_{pu}	gross energy intake of pullets (in MJ $pl^{-1} d^{-1}$)
$\eta_{E, pu}$	energy content of dry matter (in MJ kg^{-1} , see Table 4.58)
$X_{DE, pu}$	digestibility of feed ($X_{DE, pu} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
$x_{ash, pu}$	ash content of the manure (in $kg kg^{-1}$)

According to data listed in Hennig and Poppe (1975), the ash content of pullet excreta is assumed to be $x_{ash, pu} = 0.13 \text{ kg kg}^{-1}$. The digestibility $X_{DE, pu}$ was obtained for phase feeding (two phases) and amounts to 0.78 MJ MJ^{-1} (Haenel and Dämmgen, 2007a). It is

Der Aschegehalt von Junghennen-Kot wird nach Daten in Hennig und Poppe (1975) mit $x_{ash, pu} = 0,13 \text{ kg kg}^{-1}$ angenommen. Für die Verdaulichkeit $X_{DE, pu}$ wurde anhand einer Zweiphasenfütterung ein Wert von $0,78 \text{ MJ MJ}^{-1}$ ermittelt (Haenel und

assumed to be constant over the time series.

Poultry manure is stored as solid.

Maximum methane formation potentials B_o for pullets are not listed in IPCC(2006)-10.82. With respect to the physiological similarity and comparable feed properties, the value given for laying hens is used instead ($B_o = 0.39 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$). The same applies to the methane conversion factors MCF ($MCF_{pu} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1} \text{ CH}_4$).

9.5.6.2 VS inputs with bedding material / VS-Einträge mit Einstreu

The German inventory no longer considers potential CH_4 emissions from straw in systems with bedding..

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

A very detailed methodology is used to derive VS and N excretion rates as a function of time.

In a mass flow approach it is important to differentiate between the various housing and storage system, as these have an effect on both CH_4 and N_2O emission factors.

IPCC 2006 allows for a better description of emissions from storage for both gases. If IPCC 2006 is used, the mass flow can be calculated consistent with the NH_3 emissions.

In contrast to IPCC 2006, IPCC 1996 does not differentiate between various species among poultry.

IPCC 2006 provides temperature dependent methane conversion factors, whereas IPCC 1996 differentiates between temperature regimes only.

IPCC 2006 does not mention pullets explicitly. The data for laying hens are used accordingly.

IPCC 1996 does not differentiate between categories of poultry.

Hence, the calculation makes use of the parameters provided for laying hens in IPCC 2006.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The methane conversion factors solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

9.5.7 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For the calculation of NMVOC emissions, a simpler methodology is used.

There is no differentiation with respect to animal categories. The emission factors (cf. Chapter 3.4.4) for poultry are related to NH_3 emissions and listed in

Dämmgen, 2007a). Dieser Wert wird als zeitlich konstant angesehen.

Geflügelmist wird trocken gelagert.

Die maximale Methan-Freisetzungskapazität B_o wird für Junghennen in IPCC(2006)-10.82 nicht mehr eigens ausgewiesen. Wegen physiologischen Ähnlichkeit und vergleichbarer Fütterung wird der Wert für Legehennen angesetzt ($B_o = 0,39 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$). Das Gleiche gilt für die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF ($MCF_{pu} = 0,015 \text{ kg kg}^{-1} \text{ CH}_4$).

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Es wird ein sehr detailliertes Verfahren zur Beschreibung der VS- und N-Ausscheidungsrate verwendet. Die Ergebnisse sind zeitabhängig.

In einem Massenfluss-Verfahren ist es notwendig, zwischen unterschiedlichen Stall- und Lagersystemen zu unterscheiden, weil beide einen Einfluss auf CH_4 - und N_2O -Emissionsfaktoren haben.

IPCC 2006 erlaubt eine bessere Beschreibung der Emissionen beider Gase aus dem Lager. Wenn IPCC 2006 genutzt wird, kann die Berechnung konsistent mit den NH_3 -Emissionen erfolgen.

Im Gegensatz zu IPCC 2006 werden in IPCC 1996 nicht zwischen verschiedenen Geflügel-Spezies unterschieden.

IPCC 2006 bietet temperaturabhängige Methan-Umwandlungsfaktoren, wohingegen IPCC 1996 nur zwischen Temperaturregimen unterscheidet.

IPCC 2006 erwähnt Junghennen nicht eigens. Deshalb werden sie sinngemäß wie Legehennen behandelt. Die Parameter aus IPCC 2006 werden angewendet.

Die in IPCC 2006 angegebene Methan-Bildungs-Kapazität ist größer als die in IPCC 1996 beschriebene.

Der Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist in IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996.

NMVOC-Emissionen werden wie für alle Hühner nach einem einfachen Verfahren ermittelt.

Die Emissionsfaktoren sind nicht nach Tierkategorien differenziert. Die auf NH_3 -Emissionen bezogenen NMVOC-Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 3.4.4) sind

Table 9.2.

in Table 9.2 zusammengestellt.

9.5.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

9.5.8.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

The N excretion of pullets is quantified using the mass balance approach:

Die N-Ausscheidung von Junghennen wird über die Stoffbilanz errechnet:

$$m_{\text{excr}} = m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} \quad (9.44)$$

where

m_{excr}	amount of nitrogen excreted (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
m_{g}	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)

9.5.8.1.1 N intake with feed / N-Aufnahme über das Futter

Feeding according to requirements yields:

Bei bedarfsgerechter Fütterung gilt:

$$m_{\text{feed}} = x_{\text{N}} \cdot x_{\text{XP, feed}} \cdot \alpha \cdot \left(x_{\text{feed, pu}} \cdot \frac{\Delta w_{\text{round}}}{\tau_{\text{round}}} \right) \quad (9.45)$$

where

m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
x_{N}	nitrogen content of crude protein ($x_{\text{N}} = 1/6.25$ kg kg ⁻¹ N)
$x_{\text{XP, feed}}$	content of crude protein in pullet diet (kg kg ⁻¹ XP, see below)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
$x_{\text{feed, pu}}$	pullet diet mass needed for animal weight gain (in kg kg ⁻¹)
Δw_{round}	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.2.4.2 (in kg an ⁻¹ = kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

Data of Δw_{round} , τ_{round} und $x_{\text{feed, pu}}$ are provided in Table 9.22.

Pullets are normally fed in four to five phases, at least in two phases. For the two-phase feeding referred to in Table 4.60, means of $x_{\text{XP, feed}} = 0.155$ kg kg⁻¹ XP are obtained (Haenel and Dämmgen, 2007a). This value also marks the upper margin of a four phase feeding according to KTBL (2004, pg. 495 f); the lower margin is 0.140 kg kg⁻¹ XP. DLG (2005, pg. 46) differentiates explicitly between normal and N reduced feed, which results in 0.161 kg kg⁻¹ XP and 0.146 kg kg⁻¹ XP, respectively (Haenel und Dämmgen, 2007a). For this inventory, the latter XP contents are used to calculate N excretions.

Für Daten zu Δw_{round} , τ_{round} und $x_{\text{feed, pu}}$ wird auf Table 9.22 verwiesen.

Die Fütterung von Junghennen erfolgt in der Regel in vier bis fünf Phasen, mindestens aber in zwei Phasen. Für das Zwei-Phasen-Beispiel in Tabelle 4.60 ergibt sich als Mittelwert $x_{\text{XP, feed}} = 0,155$ kg kg⁻¹ XP (Haenel und Dämmgen, 2007a). Diesen Wert findet man als Obergrenze auch für die Vier-Phasen-Fütterung nach KTBL (2004, S. 495 f.), während die Untergrenze bei 0,140 kg kg⁻¹ XP liegt. DLG (2005, S. 46) unterscheidet explizit zwischen normaler und N-reduzierter Fütterung, wofür sich 0,161 kg kg⁻¹ XP bzw. 0,146 kg kg⁻¹ XP ergibt (Haenel und Dämmgen, 2007a). Die letzten beiden Werte werden den Berechnungen der N-Ausscheidung zugrunde gelegt.

9.5.8.1.2 N retention / N-Retention

LfL (2006a) report a specific N retention of 0.035 kg kg⁻¹ N. Thus, N retained amounts to

Die spezifische Retention beträgt nach LfL (2006a) mit 0,035 kg kg⁻¹ N. Daraus folgt:

$$m_g = x_{N, \text{ret, pu}} \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta w_{\text{round}}}{\tau_{\text{round}}} \quad (9.46)$$

where

m_g	amount of nitrogen retained with growth (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$x_{N, \text{ret, lh}}$	N retained by pullets ($x_{N, \text{ret, pu}} = 0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
Δw_{round}	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.2.4.2 (in kg an ⁻¹ = kg pl ⁻¹ ro ⁻¹)
τ_{round}	duration of production cycle (in d ro ⁻¹)

9.5.8.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

Bedding is considered to be straw For the properties of straw see Chapter 3.6.

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

An immobilisation of TAN from UAN is unlikely, as the dry conditions impede the process.

The amount of bedding material to be applied per animal place and year is given in the following table.

Einstreu wird als Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Eine Immobilisierung von TAN aus UAN in der Einstreu findet wahrscheinlich nicht statt (fehlende Feuchtigkeit verhindert Immobilisierung).

Nachfolgende Tabelle gibt die jährlich pro Tierplatz zu berücksichtigende Einstreumenge an.

Table 9.23: Pullets, amounts of N inputs with straw in German pullet houses

Animal house type	straw input ^a kg pl ⁻¹ a ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ a ⁻¹
all systems	0.75	0.65	3.22·10 ⁻³	1.61·10 ⁻³

^a Source: KTBL (2006) Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, pg. 568 and pg. 570

9.5.8.3 Partial emission factors for NH₃, N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren für NH₃, N₂O, NO und N₂

Housing

According to Döhler et al. (2002), Tables 3.11 and A6, a mean NH₃ emission factor for bedded systems of 0.138 kg kg⁻¹ NH₃-N should be used.

Storage

The NH₃ emission factor is given in Table 9.3 („all other poultry“). For N₂O, NO and N₂ the emission factors are listed in Table 9.5.

Spreading

It is assumed that spreading takes place by broad cast with incorporation within 24 hours. The respective emission factor is 0.45 kg kg⁻¹ N related to UAN (see Table 9.4).

Note: In the inventory UAN is considerde to be TAN (see Chapter 3.5.4).

Stall

Nach Döhler et al. (2002), Tabellen 3.11 und A6, wird für die Haltung mit Einstreu ein mittlerer NH₃-Emissionsfaktor von 0,138 kg kg⁻¹ NH₃-N bezogen auf die N-Ausscheidung angesetzt.

Lagerung

Der NH₃-Emissionsfaktor ist Table 9.3 zu entnehmen („all other poultry“). Für N₂O, NO und N₂ gelten die in Table 9.5 aufgeführten Faktoren.

Ausbringung

Es wird von einer Ausbringung mit Breitverteiler und einer Einarbeitungszeit von 24 h ausgegangen. Hierfür beträgt nach Table 9.4 der NH₃-Emissionsfaktor 0,45 kg kg⁻¹ N in Bezug auf vorhandenes UAN.

Anmerkung: Zur Gleichsetzung von TAN mit UAN im Inventar siehe Kapitel 3.5.4.

9.5.8.4 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 4.96.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Tabelle 4.96 aufgeführten Daten verwendet.

9.5.8.5 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

9.5.9 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

9.5.10 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 9.24: Pullets, related tables in the Tables volume

		from	To	
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.21	
		NMVOC	EM1005.52	
		NH ₃	EM1009.23	
		N ₂ O	EM1009.99	EM1009.101
		NO	EM1009.151	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten	AC1005.32		
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.21	
		NMVOC	IEF1005.48	
		NH ₃	IEF1009.20	
		N ₂ O	IEF1009.83	
		NO	IEF1009.114	
		PM ₁₀ PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen	AI1005POU.30	AI1005POU.41	

10 Other poultry / Übriges Geflügel

10.1 Formation of subcategories / Zur Untergliederung in Subkategorien

Poultry is neither for CH₄ nor for NMVOC a key source. However, as poultry is a key source for NH₃, a detailed description of the mass flows of N and VS is desirable.

It is good practice to subdivide an animal category into subcategories that are homogeneous with respect to their keeping, their feeding and their excretions.

This inventory treats chickens and the other poultry separately. Table 10.1 gives characteristic data for poultry other than chickens.

Geflügel insgesamt stellt weder für CH₄ noch für NMVOC eine Hauptquellgruppe dar. Da aber Geflügel für NH₃ eine Hauptquellgruppe ist, ist eine detaillierte Beschreibung der N führenden und damit auch der VS-führenden Stoffströme wünschenswert.

Es ist gute Praxis, Tierkategorien in Unterkategorien zu untergliedern, deren Haltung, Fütterung und Ausscheidungen homogen sind.

Dieses Inventar behandelt Hühner und anderes Geflügel getrennt. Table 10.1 enthält charakteristische Eigenschaften des Geflügels außer Hühnern.

Table 10.1: Other poultry, categorisation and characterisation

type	Animal categories according to German census		Animal categories used in this inventory			
	type	category	type	category	weight 1	weight 2
AD	Gänse	geese	ge	geese		
AE	Enten	ducks	du	Barbary ducks Peking ducks		
AF	Truthühner	turkeys	tu	turkeys, males turkeys, females		

10.2 Emission factors used for all poultry subcategories except chickens / Für alles Geflügel außer Hühner-Unterkategorien gültige Emissionsfaktoren

10.2.1 NMVOC emissions / NMVOC-Emissionen

The emissions are based on ammonia emissions. (see Chapter 3.4.4). All poultry are treated with the same emission factors (Table 9.2). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Die Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen berechnet (siehe Kapitel 3.4.4). Für Geflügel werden einheitlich die in Table 9.2 aufgeführten Emissionsfaktoren angesetzt. Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

10.2.2 Emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂ / Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂

10.2.2.1 Partial emission factors "storage" and "spreading" for NH₃, N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren „Lager“ und „Ausbringung“ für NH₃, N₂O, NO und N₂

Partial emission factors "storage" and "spreading" for the N species to be considered are listed in Table 9.3 und Table 9.4 (see Chapter 9.2.2).

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“ und „Ausbringung“ für die betrachteten N-Spezies finden sich in Table 9.3 und Table 9.4 (siehe Kapitel 9.2.2).

10.2.2.2 Uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management / Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management

The uncertainties of the implied emission factors (IEF) for NH₃, N₂O, NO, and N₂ from manure management are described in Chapters 15.3 to 15.5.

Zu den Unsicherheiten der resultierenden Emissionsfaktoren für NH₃, N₂O, NO und N₂ aus dem Wirtschaftsdünger-Management s. Kapitel 15.3 bis 15.5.

10.3 Geese / Gänse

In Germany, the production of geese is of minor importance only. Data are sparse.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 10.2.

The inventory does not consider goose husbandry in free ranges.

Gänse-Haltung ist in Deutschland von untergeordneter Bedeutung. Die Verfügbarkeit von Daten ist eingeschränkt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 10.2 zusammengestellten Verfahren.

Freilandhaltung wird im Inventar nicht berücksichtigt.

Table 10.2: Geese, calculation procedures applied

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

10.3.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are available for all census years. The data are given in StatLA C III 1 – vj 4.

Tierzahlen liegen für alle Jahre mit Tierzählungen vor. Die Daten sind in StatLA C III 1 – vj 4 angegeben.

Uncertainty of activity data

The uncertainty (standard deviation) is assumed to be < 10 %, distributed normal.

From 2005 onwards, the animal numbers are available in hundreds only. This does not lead to any significant changes of the uncertainty.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit (Standardabweichung) der Tierzahlen wird auf < 10 % (normal verteilt) geschätzt.

Ab 2005 werden die Tierzahlen nur noch mit einer Auflösung von hundert Stück angegeben. Dies hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Unsicherheit.

10.3.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

10.3.2.1 Animal weights / Tiergewichte

In Germany, geese are – almost without exception – produced in a way that they are slaughtered in November/December with a weight of 7 kg an⁻¹. Predominant is a mean weight gain ("Mittelmast") (KTBL, 2005, pg. 719).

Gänse werden in Deutschland praktisch ausschließlich so produziert, dass sie im November/Dezember mit einem Gewicht von ca. 7 kg an⁻¹ geschlachtet werden. Regelform der Mast ist die Mittelmast (KTBL, 2005, S. 719).

10.3.3 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not yet calculated, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

10.3.4 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

Poultry manure is stored as solid. The calculation of CH₄ emissions is based on the

Geflügelkot wird trocken gelagert. Das Default-Verfahren nach IPCC(2006)-10.37

method and data given as default in IPCC(2006)-10.37. The resulting equation is:

$$E_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} = EF_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} \cdot n_{\text{ge}} \quad (10.1)$$

where

$$\begin{aligned} E_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} & \text{ CH}_4 \text{ emission from manure management of geese (in kg a}^{-1} \text{ CH}_4) \\ EF_{\text{CH}_4, \text{MM, ge}} & = EF_{\text{CH}_4, \text{MM, po}} = 0.078 \text{ kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4 \\ n_{\text{ge}} & \text{ number of geese places (census data) (in pl)} \end{aligned}$$

VS excretions cannot be calculated. No default value is available, cf. IPCC (2006), Table 10A-9.

In the inventory, there is no calculation of VS from bedding material.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

IPCC 2006 does not mention geese explicitly. IPCC 1996 does not differentiate between categories of poultry.

The default emission factor provided for poultry in IPCC 1996 is used.

Uncertainty of the emission factor

In accordance with IPCC(2006)-10.48 an uncertainty of 30 % and a normal distribution are assumed.

10.3.5 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For geese, NMVOC emissions are not calculated, as no method has been described yet.

10.3.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

10.3.6.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

According to DLG (2005), pg. 53, geese excretions are $554 \text{ g an}^{-1} = 554 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$. A fraction of 70 % of the nitrogen excreted is assumed to be UAN.

10.3.6.2 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

Housing

default value "poultry" (0.55 kg kg^{-1} related to N_{tot} excreted) (EMEP (2007)-B1090, Table 5E).

Storage

A share of $0,065 \text{ kg kg}^{-1}$ N related to UAN is assumed to be emitted from storage.

wird angewendet. Das zur Berechnung der Methan-Emissionen angewendete Verfahren lautet:

VS-Ausscheidungen können nicht berechnet werden. Ein Defaultwert existiert ebenfalls nicht, vgl. IPCC(2006), Table 10A-9.

Eine VS-Berechnung aus Einstreu findet im Inventar nicht statt.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

IPCC 2006 erwähnt Gänse nicht eigens. IPCC 1996 differenziert nicht zwischen Geflügelarten.

Der Standard-Emissionsfaktor für Geflügel aus IPCC 1996 wird verwendet.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Nach IPCC(2006)-10.40 beträgt die Unsicherheit 30 %. Normalverteilung wird angenommen.

NMVOC-Emissionen für Gänse werden nicht berücksichtigt, da kein Rechenverfahren existiert.

DLG (2005), S. 53, gibt für die N-Ausscheidung $554 \text{ g an}^{-1} = 554 \text{ g pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$ an. Der UAN-Gehalt beträgt 70 %.

Haltung

$0,55 \text{ kg kg}^{-1}$ bezogen auf ausgeschiedenes N_{tot} , default-Wert „Geflügel“ (EMEP (2007)-B1090, Table 5E).

Lagerung

Zusätzlich werden $0,065 \text{ kg kg}^{-1}$ N bezogen auf UAN als NH_3 -N emittiert.

Spreading

A factor of 0.45 kg kg⁻¹ related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.2).

Ausbringung

0,45 kg kg⁻¹ NH₃-N in Bezug auf vorhandenes UAN (vgl. Table 9.2, Einarbeitung innerhalb 24 h).

10.3.6.3 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The emission factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.10.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.10 aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

10.3.6.4 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

10.3.7 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

10.3.8 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 10.3: Geese, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.22	
		NMVOC	EM1005.53	
		NH ₃	EM1009.24	
		N ₂ O	EM1009.102	EM1009.104
		NO	EM1009.152	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten		AC1005.34	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.22	
		NMVOC	IEF1005.49	
		NH ₃	IEF1009.21	
		N ₂ O	IEF1009.84	
		NO	IEF1009.115	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005CAT.42	AI1005CAT.51

10.4 Ducks / Enten

Duck production has been increasing in Germany which justifies a description which is more detailed than a Tier 1 approach.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 10.4.

The inventory does not consider duck husbandry in free ranges.

Die Produktion von Enten nimmt in Deutschland erheblich zu. Dies rechtfertigt eine Behandlung, die über ein Stufe-1-Verfahren hinaus geht.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 10.4 zusammengestellten Verfahren.

Freilandhaltung wird im Inventar nicht berücksichtigt.

Table 10.4: Ducks, calculation procedures applied

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

10.4.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are available for all census years. The data are given in StatLA C III 1 –vj 4.

Tierzahlen liegen für alle Jahre mit Tierzählungen vor. Die Daten sind in StatLA C III 1 – vj 4 angegeben.

Uncertainty of activity data

The uncertainty (standard deviation) is assumed to be < 10 %, distributed normal.

From 2005 onwards, the animal numbers are available in hundreds only. This does not lead to any significant changes of the uncertainty.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit (Standardabweichung) der Tierzahlen wird auf < 10 % (normal verteilt) geschätzt.

Ab 2005 werden die Tierzahlen nur noch mit einer Auflösung von hundert Stück angegeben. Dies hat keinen nennenswerten Einfluss auf die Unsicherheit.

10.4.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

10.4.2.1 Animal weights / Tiergewichte

In Germany, nearly only Peking ducks are produced (expert judgement Höppner). Their average final weight is 3.4 kg animal¹. The mean weight gains per place and year are 22.1 kg for Peking ducks. The number of animal rounds per year is 6.5 cy (DLG 2005, pg. 52). The numbers provided in DLG (2005), pg. 52, refer to the fattening phase only (i. e. not considering the precedent phase of upbringing).

Die in Deutschland produzierten Enten sind praktisch nur Pekingtonen (Mitteilung Höppner). Das mittlere Endgewicht beträgt 3,4 kg. Der Zuwachs pro Platz und Jahr beträgt im Mittel 22,1 kg. Die Zahl der Durchgänge pro Jahr beträgt 6,5 cy (DLG 2005, S. 52). Die Originalzahlen in DLG (2005), S. 52, beziehen sich nur auf die reine Mast ohne die Aufzuchtphase.

10.4.3 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated yet, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionen aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

10.4.4 Energy requirements /Energiebedarf

The daily requirements for metabolisable energy of ducks is obtained from

$$ME_{du} = \frac{\Delta w_{du} \cdot X_{feed} \cdot x_{ME, feed, du}}{\tau_{round}} \quad (10.2)$$

where

ME_{du}	metabolisable energy required (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹ ME)
Δw_{du}	weight gain during lifespan ($\Delta w_{du} = 2,945 \text{ kg pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
X_{feed}	feed conversion rate of ducks ($X_{feed} = 2.22 \text{ kg kg}^{-1}$)
$X_{ME, du}$	metabolisability ($X_{ME, du} = X_{ME, pu} = 0.712 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
τ_{round}	duration of animal round ($\tau_{round} = 49 \text{ d ro}^{-1}$)

The weight gain is obtained from the weight of ducklings (=0.055 kg an⁻¹) and the weight of the ducks before slaughtering (3.0 kg an⁻¹) (expert judgement Brehme).

The feed conversion factor is obtained from data provided by Tüller (1999), pg. 131.

The duration of the overall production cycle is obtained from Tüller (1999), pg. 131.

Für den täglichen Bedarf an umsetzbarer Energie gilt für Enten:

Die Gewichtszunahme berechnet sich aus dem Gewicht des Kükens (0,055 kg an⁻¹) und dem Gewicht vor Schlachtung (3,0 kg an⁻¹) (Expertenurteil Brehme).

Die Futtermittelverwertung wird nach Tüller (1999), S. 131 berechnet.

Die Länge der gesamten Mastperiode (49 d ro⁻¹) wird Tüller (1999), S. 131, entnommen.

10.4.5 Feed and energy intake / Futter- und Energieaufnahme

Gross energy requirements are deduced from requirements of metabolisable energy using the metabolisability of feed:

$$GE_{du} = \frac{ME_{du}}{X_{ME, du}} \quad (10.3)$$

where

GE_{du}	gross energy intake of ducks (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
ME_{du}	intake of metabolisable energy (in MJ pl ⁻¹ d ⁻¹)
$X_{ME, du}$	metabolisability ($X_{ME, du} = 0.712 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see above)

The ME content of duck feed is unknown. The data for pullet feed were used instead (see Chapter 9.4.6.1).

Der Gesamtenergie-Bedarf berechnet sich aus dem Bedarf an metabolisierbarer Energie und der mittleren Umsetzbarkeit wie folgt:

Der ME-Gehalt des Enten-Futters ist unbekannt. Es wurde der Wert für Junghennen verwendet (vgl. Kapitel 9.4.6.1).

10.4.6 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

10.4.6.1 VS excretions / VS-Ausscheidungen

Poultry manure is stored as solid.

The calculation of CH₄ emissions is based on the method and data given as default in IPCC(2006)-10.37. The resulting equation is:

$$E_{CH_4, MM, du} = EF_{CH_4, MM, du} \cdot n_{du} \quad (10.4)$$

Geflügelkot wird trocken gelagert.

Das Default-Verfahren nach IPCC(2006)-10.37 wird angewendet. Das zur Berechnung der Methan-Emissionen angewendete Verfahren lautet:

where

$E_{CH_4, MM, du}$ CH₄ emission from manure management of ducks (in kg a⁻¹ CH₄)
 $EF_{CH_4, MM, du}$ emission factor for CH₄ from manure management of ducks (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 n_{du} number of duck places (census data) (in pl)

and

$$EF_{CH_4, MM, du} = VS_{du} \cdot \alpha \cdot B_{o, du} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{du} \quad (10.5)$$

with

$EF_{CH_4, MM, du}$ emission factor for CH₄ from manure management of ducks (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 VS_{du} volatile solid excretion of ducks (in kg an⁻¹ d⁻¹)
 α time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 $B_{o, du}$ maximum methane producing capacity for ducks (in m³ kg⁻¹ CH₄)
 ρ_{CH_4} density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
 MCF_{du} methane conversion factor for ducks, cold region (in kg kg⁻¹)

and

$$VS_{du} = GE_{du} \cdot \frac{1}{\eta_{E, du}} \cdot (1 - X_{DE, du}) \cdot (1 - x_{ash, du}) \quad (10.6)$$

where

VS_{du} volatile solid excretion of ducks (in kg an⁻¹ d⁻¹)
 GE_{du} gross energy intake of ducks (in MJ pl⁻¹ d⁻¹)
 $\eta_{E, du}$ energy content of dry matter (in MJ kg⁻¹, see Table 4.58)
 $X_{DE, du}$ digestibility of feed ($X_{DE, pu} = 0.78 \text{ MJ MJ}^{-1}$, see below)
 $x_{ash, du}$ ash content of the manure ($x_{ash, du} = 0.030 \text{ kg kg}^{-1}$)

The VS excretions calculated for ducks of 7.54 kg pl⁻¹ a⁻¹ are similar to those proposed by IPCC(2006)-10.82 of 7.3 kg pl⁻¹ a⁻¹ VS.

Maximum methane producing capacities B_0 and methane conversion factors MCF were taken from IPCC(2006), as shown in Table 10.5.

The ash content in manure was taken to 0.030 kg kg⁻¹, according to Henning and Poppe (1975), pg. 32.

Die berechneten VS-Ausscheidungen von Enten (7,54 kg pl⁻¹ a⁻¹) sind den default-Werten in IPCC(2006)-10.82 von 7,3 kg pl⁻¹ a⁻¹ VS vergleichbar.

Methan-Freisetzungskapazitäten B_0 und Methan-Umwandlungsfaktoren MCF wurden von IPCC(2006) wie in Table 10.5 übernommen.

Der Asche-Gehalt der Ausscheidungen wurde Henning und Poppe (1975), S. 32, entnommen.

Table 10.5: Ducks, maximum methane producing capacity and methane conversion factors as used in the German inventory (IPCC(2006)-10.82 f and 10.44 ff)

maximum methane producing capacity B_0	0.36	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
MCF solid storage	0.015	kg kg ⁻¹ C

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

National VS excretion rates are used in connection with IPCC 2006 values for maximum methane producing capacities and methane conversion factors for solid storage. IPCC 2006, Table 10A-9, lists an MCF of 0.01 kg kg⁻¹ CH₄. The use of this MCF is considered inconsistent in comparison with other poultry keeping in mind that it is almost impossible to keep a duck house “dry”. Thus, this inventory uses an MCF of 0.015 kg kg⁻¹ CH₄ as given for other poultry spe-

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Nationale VS-Ausscheidungs-raten werden mit IPCC-Werten für die maximale Methan-Bildungs-Kapazität und für den Methan-Umwandlungsfaktor (MCF) für Festmist kombiniert. IPCC 2006, Tabelle 10A-9 gibt als MCF einen Wert von 0,01 kg kg⁻¹ CH₄ an. Die Verwendung dieses Wertes erscheint allerdings als ungerechtfertigt, da es nahezu unmöglich ist, einen Entenstall hinreichend „trocken“ zu halten. Dieses Inventar nutzt daher den für andere Geflügelar-

cies.

IPCC 1996 does not differentiate between categories of poultry.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The methane conversion factors solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

Uncertainty of the emission factors

In accordance with IPCC(2006)-10.48 an uncertainty of 30 % and a normal distribution are assumed.

10.4.6.2 VS inputs with bedding material / VS-Einträge mit Einstreu

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

10.4.7 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For ducks, NMVOC emissions are not calculated, as no method has been described yet.

10.4.8 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

10.4.8.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

DLG (2005), pg. 52, wrongly reports N excretions of 1.482 kg pl⁻¹ a⁻¹. This value was calculated by relating N excretions during the whole lifespan of a duck to the fattening phase only. Taking into account that the breeding phase has about the same duration as the subsequent fattening phase, the mean N excretion rate had to be halved for the inventory, yielding 0.741 kg pl⁻¹ a⁻¹. This value fits the N excretion rates derived from the estimates in Brehme (2007), i.e. 12 kg solid manure per animal and round, N contents of manure of approx. 10 g kg⁻¹, if 6.5 rounds per year are assumed (as discussed in Chapter 10.4.2.1).

A fraction of 40 % of the nitrogen excreted is assumed to be UAN.

10.4.8.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

Bedding is considered to be straw For the properties of straw see Chapter 3.6.

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

An immobilisation of TAN from UAN is unlikely, as the dry conditions impede the process.

ten angegebene MCF von 0,015 kg kg⁻¹ CH₄.

IPCC 1996 differenziert nicht zwischen unterschiedlichen Geflügelaerten.

Die in IPCC 2006 angegebene Methan-Bildungs-Kapazität ist größer als die in IPCC 1996 beschriebene.

Der Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist in IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Nach IPCC(2006)-10.40 beträgt die Unsicherheit 30 %. Normalverteilung wird angenommen.

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

NMVOC-Emissionen für Enten werden nicht berücksichtigt, da kein Rechenverfahren existiert.

DLG (2005), S. 52 gibt fälschlich eine N-Ausscheidung von 1,482 kg pl⁻¹ a⁻¹ an. Dieser Wert entstand dadurch, dass die während der gesamten Lebensdauer anfallende N-Ausscheidung nur auf die Mastdauer bezogen wurde. Da Mastdauer und Aufzuchtphase in etwa gleich lang sind, wird in diesem Inventar dieser Wert der N-Ausscheidung auf 0,741 kg pl⁻¹ a⁻¹ halbiert. Dieses Ergebnis korrespondiert mit der N-Ausscheidung, die aus Angaben in Brehme (2007) geschätzt werden kann (12 kg Festmist pro Tier und Durchgang, N-Gehalt im Festmist von rund 10 g kg⁻¹), wenn wie in Kapitel 10.4.2.1 6,5 Durchgänge pro Jahr zugrunde gelegt werden.

Der UAN-Gehalt beträgt 40 %.

Einstreu wird als Stroh berücksichtigt. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Eine Immobilisierung von TAN aus UAN in der Einstreu findet wahrscheinlich nicht statt (fehlende Feuchtigkeit verhindert Immobilisierung).

Table 10.6: Ducks, amounts of N inputs with straw in German broiler houses

straw input ^a kg pl ⁻¹ a ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ a ⁻¹
19.5	16.8	83.9·10 ⁻³	41.9·10 ⁻³

^a Source: see text

10.4.8.3 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

Housing

Döhler et al. (2002), pg. 60, report an emission of 0.12 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃ for ducks. If this is related to an N excretion of 0.74 kg pl⁻¹ a⁻¹, an emission factor of 0.16 kg kg⁻¹ (related to N_{tot} excreted) can be deduced.

Haltung

Döhler et al. (2002), S. 60, geben eine Emission von 0,12 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃-N an. Bezieht man dies auf eine N-Ausscheidung von 0,74 kg pl⁻¹ a⁻¹, so ergibt sich ein Emissionsfaktor von 0,16 kg kg⁻¹, bezogen auf ausgeschiedenes N_{tot}.

Storage

The derivation of the NH₃ factor is described in Chapter 9.3.8.2, the data can be found in Table 9.10.

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.5.

Lagerung

Zur Ableitung des NH₃-Faktors siehe Kapitel 9.3.8.2, zu den Werten die Table 9.10.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

Spreading

A factor of 0.45 kg kg⁻¹ related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.3).

Ausbringung

0,45 kg kg⁻¹ NH₃-N in Bezug auf vorhandenes UAN (vgl. Table 9.3, Einarbeitung innerhalb 24 h).

10.4.8.4 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.5.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

10.4.8.5 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

10.4.9 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

The method to calculate particle emissions is described in Chapter 3.7.

No emission factors have been proposed yet. As a result, emissions are not calculated.

Zur Berechnungsmethode für Partikelemissionen wird auf Kapitel 3.7 verwiesen.

Emissionsfaktoren sind nicht bekannt. Eine Berechnung entfällt daher.

10.4.10 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 10.7: Ducks, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.23	
		NMVOC	EM1005.54	
		NH ₃	EM1009.25	
		N ₂ O	EM1009.105	EM1009.107
		NO	EM1009.153	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.35	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.23	
		NMVOC	IEF1005.50	
		NH ₃	IEF1009.22	
		N ₂ O	IEF1009.85	
		NO	IEF1009.116	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.52	AI1005POU.61

10.5 Turkeys / Puten

Turkey production has been increasing in Germany which justifies a detailed description.

The dimorphism of the sexes makes it necessary to deal with cocks and hens separately.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 10.8.

The inventory does not consider goose husbandry in free ranges.

Die Produktion von Puten nimmt in Deutschland erheblich zu. Dies rechtfertigt eine ausführliche Behandlung.

Wegen des ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus werden Hähne und Hennen getrennt behandelt.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 10.8 angegebenen Verfahren.

Freilandhaltung wird im Inventar nicht berücksichtigt.

Table 10.8: Turkeys, calculation procedures applied

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

10.5.1 Animal numbers / Tierzahlen

Animal numbers are available for all census years. However, German statistics do not differentiate between male and female turkeys. The data given in StatLA C III 1 –vj 4 are disaggregated using the fraction of males as in the following relations:

$$n_{tu} = n_{tm} + n_{tf} \quad (10.7)$$

$$n_{tm} = n_{tu} \cdot x_{tm} \quad (10.8)$$

$$n_{tf} = n_{tu} \cdot (1 - x_{tm}) \quad (10.9)$$

where

n_{tu}	number of turkeys (census data) (in pl)
n_{tm}	number of male turkeys (in pl)
n_{tf}	number of female turkeys (in pl)
x_{tm}	fraction of male turkeys produced (in pl pl ⁻¹)

The fraction of male turkeys x_{tm} produced is obtained from Damme (2001, 2002, 2003, 2005, 2006). Data are listed in Table 10.9.

If x_{tm} is not given, it can be deduced in principle from the gender ratio of chicks hatched (which is close to 50 to 50 %) and the differing duration of the fattening periods of male and female turkeys. If cocks and hens are fattened separately as described above the share of cock places counted is about 51 %. If hens and cocks are fattened synchronously, the hen house is empty for several weeks. In this case the share of cock places counted accounts to 55 %. The data reported deviate from the theoretical shares.

Tierzahlen liegen für alle Jahre mit Tierzählungen vor. Die deutsche Statistik unterscheidet nicht zwischen weiblichen und männlichen Tieren. Die in StatLA C III 1 –vj 4 angegebenen Zahlen werden unter Verwendung des Anteils der männlichen Tiere wie folgt aufgeschlüsselt:

Der Anteil der männlichen Puten x_{tm} wird Damme (2001, 2002, 2003, 2005, 2006) entnommen. Diese Daten sind in Table 10.9 zusammengestellt.

Wenn x_{tm} nicht angegeben wird, ergibt es sich im Prinzip aus dem Umstand, dass das Geschlechterverhältnis beim Schlüpfen 50 zu 50 ist, und der unterschiedlichen Mastdauer der Hähne und Hennen. Werden Hähne und Hennen wie oben beschrieben unabhängig voneinander gemästet, so beträgt der Anteil der gezählten Hähne 51 %, steht der Hennenstall bei synchroner Mast bis zur Neubesetzung mit Jungtieren leer, so beträgt der Anteil der gezählten Hähne etwa 55 %. Die berichteten Zahlen weichen von den so berechneten Anteilen ab.

Data gap closure

Missing animal numbers are replaced by data reported for the previous year. For Brandenburg, the data gap including numbers for the period from 1991 to 1995 was closed by inserting animal numbers obtained from a linear regression based on numbers for 1990 and 1996.

No gender ratios were reported for the years prior to 2000. Here, the mean ratio derived from reported data after 1999 (see Table 10.9) were used instead.

Uncertainty of activity data

The data for laying hens are taken over by analogy. An uncertainty (standard deviation) of 10 % is assumed to be appropriate (normal distribution).

10.5.2 Animal performance and feed / Tierische Leistung und Fütterung

10.5.2.1 Animal weights / Tiergewichte

In Germany, the predominant genotype is B.U.T Big 6. Males have a typical slaughter weight of 18 to 21.5 kg an⁻¹, typical production time is 19 to 23 weeks, equivalent to about 2.2 animal rounds per year. Females are slaughtered with a weight of 8.5 to 10.5 kg after 14 to 17 weeks of raising, which results in about 2.8 rounds per year (KTBL, 2006, pg. 604 ff; Feldhaus and Sieverding, 2007, pg. 31 ff).

A 19 week period is frequent in Germany: chicks and hens are raised in the same animal house. After a breeding time of 5 weeks, the cocks are separated and transferred into other houses. The remaining hens are fattened for another 12 weeks. The cocks are fattened for 17 weeks. In both cases, a cleansing and disinfection period of 2 weeks per round is needed. KTBL (2006), pg. 622, gives an informative overview.

The significant difference between the final live weights and the characteristics of the respective fattening process (see

Figure 10.1), cocks and hens are treated separately in this inventory. However, the calculation procedures themselves are identical.

Schließen von Datenlücken

Bei den Tierzahlen werden die fehlenden Werte jeweils durch die Werte für das Vorjahr ersetzt. Für Brandenburg waren keine Daten für die Jahre 1991 bis 1995 (einschließlich) vorhanden. Die Tierzahlen wurden durch linear interpolierte Werte ersetzt.

Für die Jahre vor 2000 werden keine Werte für das Geschlechterverhältnis berichtet. Verwendet wird hier der Mittelwert der Jahre mit Berichten nach 1999 (vgl. Table 10.9).

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Angaben für Legehennen werden sinngemäß übernommen. Eine Unsicherheit (Standardabweichung) von 10 % wird für angemessen gehalten (normalverteilt).

Bei der deutschen Putenproduktion dominiert der Genotyp B.U.T Big 6. Hähne haben ein typisches Schlachtgewicht von 18 bis 21,5 kg an⁻¹ bei einer Mastdauer von 19 bis 23 Wochen (ca. 2,2 Durchgängen pro Jahr). Hennen werden mit 8,5 bis 10,5 kg an⁻¹ geschlachtet. Ihre Mastdauer beträgt 14 bis 17 Wochen (ca. 2,8 Durchgänge pro Jahr). (KTBL 2006, S. 604 ff; Feldhaus und Sieverding, 2007, S. 31 ff).

In Deutschland ist der 19-Wochen-Rhythmus vorherrschend: Küken und Hennen leben in einem Stall mit einer Aufzuchtperiode von 5 Wochen und einer Mastdauer von 12 Wochen. Für Reinigung und Desinfektion werden 2 weitere Wochen benötigt. Die Hähne werden nach der Kükenaufzucht in zwei gleichgroßen weiteren Ställen 17 Wochen gemästet. Auch hier schließt sich eine 2-wöchige Reinigung und Desinfektion an. Eine Übersicht findet sich z.B. in KTBL (2006), S. 622.

Wegen der erheblichen Unterschiede in Mastziel und Mastverlauf (

Figure 10.1) werden Hähne und Hennen getrennt behandelt. Das Rechenverfahren selbst ist für beide Unterkategorien gleich.

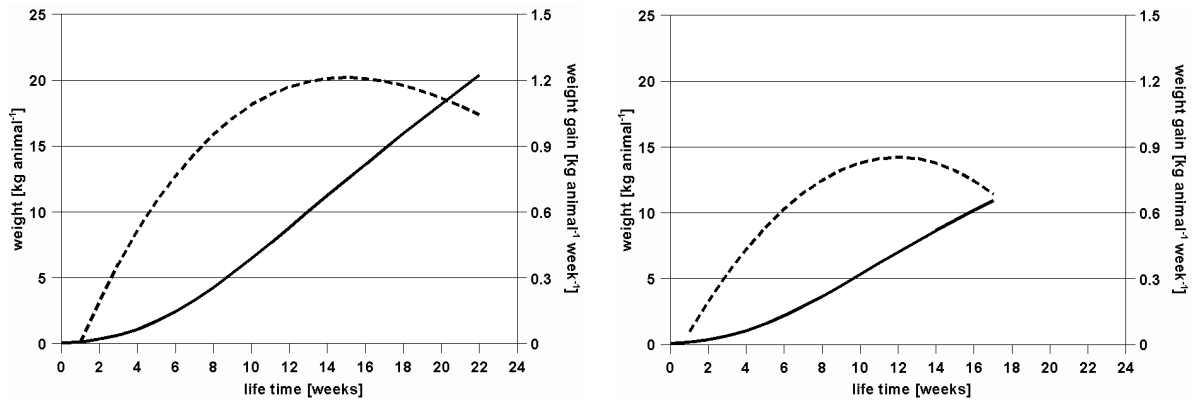


Figure 10.1: Turkeys, typical animal weight and weight gain developments
Left: males, right: females (according to data given in DLG, 2005, pg. 51); solid lines: weights;
dotted lines: weight gains.

The final animal weights published are based on data provided by Moorgut Kartzfehn (expert judgement Meyer).

Weight gains are published by Petersen (1993) and Damme (2000, 2002, 2004, 2005, 2006).

Die veröffentlichten Tierendgewichte basieren auf Angaben des Moorguts Kartzfehn (Expertenurteil Meyer) bereitgestellt.

Gewichtszuwächse wurden Petersen (1993) und Damme (2000, 2002, 2004, 2005, 2006) entnommen.

10.5.2.2 Feed intake / Futteraufnahme

Feed intake data can be found in Tüller (1990) and Damme (2000).

Feed conversion data originate from Petersen (1993) and Damme (2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006). The feed taken in can be obtained from expert judgements (see Table 10.9, Tüller 1990, 1992; Damme 2000) or from the final weight and the mean feed conversion provided.

Über den Futterverbrauch informierten Tüller (1990) und Damme (2000).

Daten zur Futterverwertung entstammen Petersen (1993) und Damme (2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006). Die aufgenommene Futtermenge wird Expertenschätzungen entnommen (vgl. Table 10.9, Tüller 1990, 1992; Damme 2000) bzw. aus dem Endgewicht und der Futterverwertung berechnet.

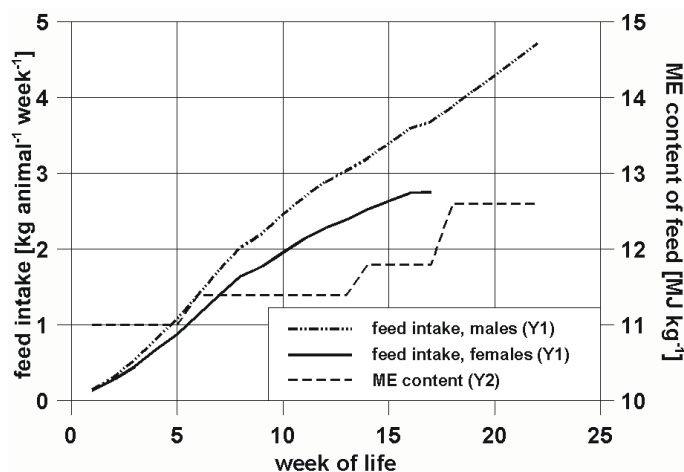


Figure 10.2: Turkeys, weekly feed intake and ME content of a representative feed
(intake by males: dotted line; intake by females: solid line)
(after DLG, 2005, pg. 51, KTBL, 2004, pg. 524)

Table 10.9: Turkeys, primary data available

Symbols and units:

x_{tm} share of males (in pl pl⁻¹); $w_{fin, tm}$ final weight of male turkeys (in kg pl⁻¹ ro⁻¹); Δw_{tm} mean weight gain of male turkeys (in g an⁻¹ d⁻¹); $m_{feed, tm}$ feed intake of male turkeys (in kg pl⁻¹ a⁻¹); $X_{FC, tm}$ feed conversion rate of male turkeys (in kg kg⁻¹); $w_{fin, tf}$ final weight of female turkeys (in kg pl⁻¹ ro⁻¹); Δw_{tf} mean weight gain of female turkeys (in g an⁻¹ d⁻¹); $m_{feed, tf}$ feed intake of female turkeys (in kg pl⁻¹ a⁻¹); $X_{FC, tf}$ feed conversion rate of female turkeys (in kg kg⁻¹).

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
x_{tm}											50.10	55.60		58.16	57.13	60.70	57.00	
$w_{fin, tm}$	17.79			19.45				20.10		20.72				20.58				21.61
Δw_{tm}	116			126				131		135				140				147
$m_{feed, tm}$	54.6			53.9				55.5		56.6				55.8				58.6
$X_{FC, tm}$				2.827						2.77	2.66	2.68		2.65	2.70	2.70		2.73
$w_{fin, tf}$	8.76			9.56				9.70		9.88				10.00				10.50
Δw_{tf}	78.2			85.4				86.6		88.2				92.2				96.8
$m_{feed, tf}$	24.1			23.9				24.3		24.6				27.0				28.4
$X_{FC, tf}$				2.827						2.77	2.66	2.68		2.65	2.70	2.70		2.73

Sources: see text

Data gap closure

Missing final weights, feed intake and feed conversion data can be replaced according to the following relation:

Missing data are replaced by data from the previous year.

$$w_{fin} = \frac{m_{feed}}{X_{FC}} \quad (10.10)$$

where

w_{fin}	final animal weight (in kg an ⁻¹)
m_{feed}	feed intake (in kg pl ⁻¹ ro ⁻¹ = kg an ⁻¹)
X_{FC}	feed conversion rate (in kg kg ⁻¹)

Turkey production in Germany is quasi industrial and works under uniform conditions. Hence, a regional differentiation with respect to housing and feeding is not necessary.

Schließen von Datenlücken

Endgewicht, Futterverbrauch und Futterverwertung konnten teilweise ineinander umgerechnet werden:

Bei fehlenden Daten wurden Vorjahresdaten verwendet.

Die quasi-industrielle Putenmast verläuft in Deutschland unter einheitlichen Bedingungen. Eine regionale Differenzierung der Haltung und Ernährung der Tiere ist nicht notwendig.

10.5.3 Emissions from enteric fermentation / Emissionen aus der Verdauung

For poultry, emissions from enteric fermentation are not calculated yet, as no calculation procedures are proposed (IPCC(2006)-10.27).

Für Geflügel werden Emissionsn aus der Verdauung noch nicht berechnet, da keine Rechenverfahren vorgeschlagen werden (IPCC(2006)-10.27).

10.5.4 Methane emissions from manure management / Methan-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

IPCC(2006)-10.30 suggests a Tier-2 methodology as follows:

Nach IPCC(2006)-10.30 werden die Emissionen sinngemäß wie folgt berechnet:

$$E_{CH_4, tu} = EF_{CH_4, tf} \cdot n_{tf} + EF_{CH_4, tm} \cdot n_{tm} \quad (10.11)$$

with

$EF_{CH_4, tu}$	CH ₄ emission factor for turkeys (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
$EF_{CH_4, tf}$	CH ₄ emission factor for female turkeys (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
n_{tf}	number of animal places of female turkeys (in pl)

$EF_{CH_4, tm}$ CH₄ emission factor for male turkeys (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 n_{tm} number of animal places of male turkeys (in pl)

with

$$EF_{CH_4, tf} = VS_{tf} \cdot \alpha \cdot B_{o, tu} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{po} \quad (10.12)$$

where

$EF_{CH_4, tf}$ CH₄ emission factor for female turkeys (in kg pl⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 VS_{tf} volatile solid excretion of female turkeys (in kg an⁻¹ d⁻¹)
 α time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 $B_{o, tu}$ maximum methane producing capacity for turkeys ($B_{o, tu} = 0.36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)
 ρ_{CH_4} density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
 MCF_{po} methane conversion factor for dry poultry manure with litter ($MCF_{po} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1}$)

with

$$VS_{tf} = m_{feed, tf} \cdot x_{DM, tf} \cdot (1 - X_{DE, tf}) \cdot (1 - x_{ash, tu}) \quad (10.13)$$

where

VS_{tf} volatile solid excretion of female turkeys (in kg an⁻¹ d⁻¹)
 $m_{feed, tf}$ feed intake of female turkeys (in kg pl⁻¹ ro⁻¹)
 $x_{DM, tf}$ dry matter content of turkey feed (female turkeys) ($x_{DM, tf} = 0.88 \text{ kg kg}^{-1}$)
 $X_{DE, tf}$ digestibility of turkey feed (female turkeys) ($X_{DE, tf} = 0.67 \text{ MJ MJ}^{-1}$)
 $x_{ash, tu}$ ash content of turkey manure (female turkeys) ($x_{ash, tu} = 0.15 \text{ kg kg}^{-1}$)

The equations are also used to describe male turkeys. Apart from the feed intake, all parameters are the same as for female turkeys, as they receive the same feed.

Diese Gleichungen werden auf männliche Puten sinngemäß angewandt. Abgesehen von der Futtermenge sind alle Parameter gleich, da dasselbe Futter an beide Geschlechter verfüttert wird.

10.5.4.1 VS excretion rates / VS-Ausscheidung

VS excretions are calculated from the feed intake (see above) and the energy content of the feed. The latter is listed in Table 10.10.

The feed taken in can be obtained from expert judgements (see Table 10.9, Tüller, 1990, 1992; Damme, 2000) or from the final weight and the mean feed conversion provided.

According to Seskeviciene et al. (2005), the gross energy content $\eta_{GE, tf}$ is assumed to be 1723 MJ kg^{-1} . The dry matter content is 0.88 kg kg^{-1} (expert judgement Meyer).

Temporarily, the digestibility $X_{DE, tf}$ is 0.67 MJ MJ^{-1} (Seskeviciene et al., 2005). Furthermore it is assumed that this fraction is similar to the fraction of the respective masses.

According to LfL (2004d), the metabolisability, $X_{ME, tf}$, is approximately 0.72 MJ MJ^{-1} . Seskeviciene et al. (2005) report 0.69 MJ MJ^{-1} . For reasons of consistency, the latter value is used in this inventory.

The ash content of turkey excreta is described by Henning and Poppe (1975), pg. 32. We use the value of 0.15 kg kg^{-1} cited therein.

Die Menge der VS-Ausscheidungen werden aus dem Futterverbrauch (s.o.) und dem Energiegehalt des Futters berechnet. Letzterer ist in Table 10.10 angegeben.

Die aufgenommene Futtermenge wird Expertenschätzungen entnommen (vgl. Table 10.9, Tüller, 1990, 1992; Damme, 2000) bzw. aus dem Endgewicht und der Futterverwertung berechnet.

Der Bruttoenergie-Gehalt $\eta_{GE, tf}$ wird nach Seskeviciene et al. (2005) zu $17,3 \text{ MJ kg}^{-1}$ angenommen. Der Trockenmassegehalt am Futter liegt bei $0,88 \text{ kg kg}^{-1}$ (Expertenurteil Meyer).

Für die Verdaulichkeit $X_{DE, tf}$ wird der Wert von $0,67 \text{ MJ MJ}^{-1}$ verwendet (Seskeviciene et al., 2005). Es wird angenommen, dass dieser Bruch ungefähr dem Bruch der Massen entspricht.

Die Umsetzbarkeit des Futters, $X_{ME, tf}$, liegt nach LfL (2004d) bei $0,72 \text{ MJ MJ}^{-1}$, nach Seskeviciene et al. (2005) bei $0,69 \text{ MJ MJ}^{-1}$. Aus Gründen der Konsistenz wird der letztgenannte Wert verwendet.

Der Aschegehalt von Puten-Exkrementen liegt nach Henning und Poppe (1975), S. 32, bei $0,15 \text{ kg kg}^{-1}$.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

National VS excretion rates are used in connection with IPCC 2006 values for maximum methane producing capacities and methane conversion factors for solid storage.

IPCC 1996 does not differentiate between categories of poultry.

The maximum methane producing capacity provided by IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

The methane conversion factors solid storage given in IPCC 2006 exceeds that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factors

According to IPCC(2006)-10.48 an uncertainty of 30 % should be assumed. The distribution is likely to be normal.

Table 10.10: Turkeys, diets used, related energy contents, and nitrogen contents

(η_{GE} , η_{DE} and η_{ME} related to dry matter DM ; x_N is nitrogen content)

Feed type	Lifetime period (weeks)	η_{GE} in MJ kg ⁻¹	η_{DE} in MJ kg ⁻¹	η_{ME} in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
turkeys A ^{6,e}	1 to 2	15.3		11.0	0.0456 to 0.0472
turkeys B ^{6,e}	3 to 5	15.3		11.0	0.0416 to 0.0440
turkeys C ^{6,e}	6 to 9	15.8		11.4	0.0368 to 0.0392
turkeys D ^{6,e}	10 to 13	15.8		11.4	0.0336 to 0.0360
turkeys E ^{6,e}	14 to 17	16.4		11.8	0.0288 to 0.0312
turkeys F ^{6,e}	18 to 22	17.5		12.6	0.0224 to 0.0248

^e GE estimated from ME content with assumed metabolisability $X_{ME} = 0.72 \text{ MJ MJ}^{-1}$ which is in line with X_{ME} for laying hens and pullets (feed 1A/1B). Intake weighted phase averages for females and males, respectively: η_{GE} : 16.00 MJ kg⁻¹ and 16.57 MJ kg⁻¹, η_{ME} : 11.52 MJ kg⁻¹ and 11.93 MJ kg⁻¹, x_N (minimum) 0.0208 kg kg⁻¹ and 0.0182 kg kg⁻¹, x_N (maximum) 0.0222 kg kg⁻¹ and 0.0196 kg kg⁻¹.

Data gap closure

The feed intake data provided in Table 10.9 are data recommended by British United Turkeys Ltd. (B.U.T). Such data are published whenever a new line is established. In general, they are not achieved by the turkey producers in the beginning. However, in the course of time, production data exceed the recommendations. Thus, the recommended data are considered as means for the whole period (expert judgement Meyer).

10.5.4.2 VS inputs by bedding /VS-Einträge durch Einstreu

The German inventory no longer considers potential CH₄ emissions from straw in systems with bedding..

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Nationale VS-Ausscheidungsraten werden mit IPCC-Werten für die maximale Methan-Bildungs-Kapazität und für den Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist kombiniert.

IPCC 1996 differenziert nicht zwischen unterschiedlichen Geflügelarten.

Die in IPCC 2006 angegebene Methan-Bildungs-Kapazität ist größer als die in IPCC 1996 beschriebene.

Der Methan-Umwandlungsfaktor für Festmist in IPCC 2006 ist größer als der in IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)-10.48 schlagen eine Unsicherheit von 30 % vor. Die Verteilung ist wahrscheinlich normal.

Schließen von Datenlücken

Die in Table 10.9 angegebenen Futtermengen sind weitgehend Empfehlungen der Firma British United Turkeys Ltd. (B.U.T). Sie werden jeweils am Beginn der Arbeit mit einer neuen Linie ausgegeben, erfahrungsgemäß aber von den Mästern anfänglich nicht erreicht. In der Endphase werden sie jedoch überschritten. Die angegebenen Werte werden daher als Mittelwerte für die gesamte Periode angesehen. (Expertenurteil Meyer)

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH₄ aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu vorerst nicht mehr.

10.5.4.3 Partial emission factors “storage” / Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“

The default values for poultry as listed in ((IPCC (2006)_10.47 and 10.82) (Tables 10-17 and 10A-9) are used: $B_{o, tu} = 0.36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und $MCF_{po} = 0.015 \text{ kg kg}^{-1}$).

Verwendet werden die default-Werte für Geflügel nach ((IPCC (2006)_10.47 und 10.82) (Tabellen 10-17 und 10A-9): $B_{o, tu} = 0,36 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$) und $MCF_{po} = 0,015 \text{ kg kg}^{-1}$).

Uncertainty of emission factors

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2006)_10.48 indicates a typical uncertainty of 20 %.

IPCC(2006)_10.48 gibt eine typische Unsicherheit der Emissionsfaktoren von 20 % an.

10.5.5 NMVOC emissions from manure management / NMVOC-Emissionen aus Wirtschaftsdünger-Management

For turkeys, NMVOC emissions are not calculated, as no method has been described yet.

NMVOC-Emissionen für Puten werden nicht berücksichtigt, da kein Rechenverfahren existiert.

10.5.6 Emissions of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

10.5.6.1 N excretion rates / N-Ausscheidungen

The annual N excretion per animal place is calculated from the amounts of feed, the N content of the feed and the N content of the animals according to:

Die jährlichen N-Ausscheidungen pro Tierplatz werden aus den Futtermengen, den N-Gehalten des Futters, dem Endgewicht und dem N-Gehalt der Tiere wie folgt berechnet:

$$m_{\text{excr, tf}} = m_{\text{feed, tf}} - m_{\text{g, tf}} \quad (10.14)$$

where

$m_{\text{excr, tf}}$	amount of nitrogen excreted (female turkeys) (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
$m_{\text{feed, tf}}$	amount of nitrogen intake with feed (female turkeys) (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
$m_{\text{g, tf}}$	amount of nitrogen retained with growth (female turkeys) (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)

with

$$m_{\text{feed, tf}} = m_{\text{F, tf}} \cdot x_{\text{N}} \quad (10.15)$$

where

$m_{\text{F, tf}}$	amount of feed taken in, female turkeys (in $\text{kg pl}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
x_{N}	mean nitrogen content of feed (in $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$)

$$m_{\text{g, tf}} = x_{\text{N, ret, tu}} \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta w_{\text{tf}}}{\tau_{\text{round, tf}}} \quad (10.16)$$

where

$x_{\text{N, ret, tu}}$	mean N content of turkeys ($x_{\text{N, ret, tu}} = 0.035 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
$\Delta w_{\text{round, tf}}$	animal weight gain per place and round as defined in Chapter 2.2.4.2 (in $\text{kg an}^{-1} = \text{kg pl}^{-1} \text{ ro}^{-1}$)
$\tau_{\text{round, tf}}$	duration of production cycle (female turkeys) (in d ro^{-1})

For male turkeys these equations are applied by

Die Gleichungen gelten für männliche Puten sinn-

analogy.

For feed requirements, some information is available. More can be deduced from the final live weight and the feed conversion.

The XP content of the feed is assumed to be constant with time and is calculated as a weighted mean using the data provided in Table 10.9.

The mean overall N content of the animal is taken to be 0.035 kg kg⁻¹ N (DLG, 2005, pg. 12).

10.5.6.2 N inputs with straw / N-Einträge mit Stroh

Bedding is considered to be straw, see Chapter 10.5.4.2. For the properties of straw see Chapter 3.6.

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

The amount of bedding material to be applied per animal place and year is given in the following table (see Chapter 10.5.4.2).

gemäß.

Informationen über den Futterbedarf sind in geringem Umfang vorhanden, weitere werden aus dem Endgewicht und der Futtermittelverwertung abgeleitet.

Der XP-Gehalt des Futters wird im Mittel als zeitlich konstant angesehen und als gewichtetes Mittel aus den Angaben in Table 10.9 errechnet.

Der mittlere N-Gehalt der Tierkörper wird nach DLG (2005), S. 12 mit 0,035 kg kg⁻¹ N angesetzt.

Die gesamte Einstreu wird als Stroh berücksichtigt, s. Kapitel 10.5.4.2. Zu den Eigenschaften von Stroh wird auf Kapitel 3.6 verwiesen.

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

Nachfolgende Tabelle gibt die jährlich pro Tierplatz zu berücksichtigende Einstreumenge an (s. Kapitel 10.5.4.2).

Table 10.11: Turkeys, amounts of N inputs with straw in German turkey houses

straw input ^a kg pl ⁻¹ a ⁻¹	dry matter (DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	N input (in DM) kg pl ⁻¹ a ⁻¹	TAN kg pl ⁻¹ a ⁻¹
10.3	8.9	44.3·10 ⁻³	22.1·10 ⁻³

^a Source: see text

10.5.6.3 Partial NH₃ emission factors / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren

Housing

An emission factor of 0.6 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃-N is given by Döhler et al. (2002), Table 3.11. Relating this emission factor to a mean N excretion of 1.64 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (Musterverwaltungsvorschrift, 1966), yields in an N excretion based emission factor of 0.37 kg kg⁻¹ NH₃-N.

Storage

The derivation of the NH₃ factor is described in Chapter 9.3.8.2, the data can be found in Table 9.10.

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.5.

Spreading

A factor of 0.45 kg kg⁻¹ NH₃-N related to UAN is chosen, reflecting the fact that incorporation is likely within 24 hours (see Table 9.3).

Haltung

Ein Emissionsfaktor von 0,6 kg pl⁻¹ a⁻¹ NH₃-N wird bei (Döhler et al., 2002, Tabelle 3.11) angegeben. Mit einer N-Ausscheidung von 1,64 kg pl⁻¹ a⁻¹ N (Musterverwaltungsvorschrift, 1966) errechnet sich daraus ein auf die N-Ausscheidung bezogener Emissionsfaktor von 0,37 kg kg⁻¹ NH₃-N.

Lagerung

Zur Ableitung des NH₃-Faktors siehe Kapitel 9.3.8.2, zu den Werten die Table 9.10.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.5 aufgeführten Daten verwendet.

Ausbringung

Ein Faktor von 0,45 kg kg⁻¹ NH₃-N in Bezug auf vorhandenes UAN (vgl. Table 9.3, Einarbeitung innerhalb 24 h) wird verwendet.

10.5.6.4 Partial emission factors for N₂O, NO and N₂ / Partielle NH₃-Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂

The factors for N₂O, NO and N₂ are listed in Table 9.10.

Für N₂O, NO und N₂ werden die in Table 9.10 aufgeführten Daten verwendet.

10.5.6.5 Uncertainty of emission factors / Unsicherheit der Emissionsfaktoren

An overall uncertainty of 30 % is assumed for NH₃ emission factors with a normal distribution.

For N₂O, IPCC(2006)-10.63 propose a factor of 2. Thus, in this inventory, an uncertainty of 100 % is assumed with a lognormal distribution. This applies also to NO and N₂.

Eine Gesamtunsicherheit von 30 % für NH₃-Emissionsfaktoren (normal verteilt) erscheint angemessen.

IPCC(2006)-10.63 geben für N₂O einen Faktor 2 an. Angenommen wird deshalb eine Unsicherheit von 100 % bei lognormaler Verteilung. Dies wird auch für NO und N₂ angenommen.

10.5.7 Emissions of particulate matter / Emissionen von Staub

For the assessment of particle emissions from turkey houses, data provided by Schneider and Büscher (2006) (measurements in a free ventilated house, 1 round in spring) are used to make a first estimate. They report an emission factor of 127 g pl⁻¹ a⁻¹ of total suspended matter (TSP). Total suspended particulate matter (TSP) refers to the entire range of ambient air matter with diameters from the sub-micron level up to 100 µm (EMEP(2007)-B1010-9).

Hinz (2005) reports that the PM₁₀ fraction of TSP in poultry houses is about 25 %. For poultry in general, about one eighth of PM₁₀ is PM_{2.5}. Due to the lack of any other data, these figures are transferred to turkey houses. No distinction is made between male and female turkeys.

Measurements performed by Hinz (2005) during 1 round in summer resulted in 2 to 8 g LU⁻¹ h⁻¹. Given a fraction of 0.0222 LU turkey⁻¹, this means an emission of about 0.78 kg pl⁻¹ a⁻¹ TSP. The application of the ratios mentioned above would result in an emission of about 200 g pl⁻¹ a⁻¹ PM₁₀. Further measurements by Hinz et al. (2008) during summer und winter in turkey houses with forced ventilation yielded emission rates of 125 g pl⁻¹ a⁻¹ PM₁₀. However, the predominant turkey house in Germany is a free ventilated house.

For the time being, the emission factors listed in Table 10.12 are used.

Für die Staub-Emissionen aus der Puten-Haltung wird auf Schneider und Büscher (2006) (Messung im frei gelüfteten Stall, 1 Durchgang, Frühjahr) zurückgegriffen, die einen Wert von 127 g pl⁻¹ a⁻¹ Gesamtstaub (TSP) berichten. TSP (total suspended particulate matter) bezieht sich auf den gesamten Bereich von Staub in der Umgebungsluft, beginnend bei Durchmessern im Sub-micron-Bereich bis hin zu 100 µm (EMEP(2007)-B1010-9).

Aus den Messungen von Hinz (2005) wird gefolgert, dass der PM₁₀-Anteil hiervon 25 % beträgt. Beim übrigen Geflügel entfällt etwa ein Achtel des PM₁₀ auf PM_{2.5}. Mangels anderer Daten wird dieser Anteil vorläufig auch für Puten verwendet. Die Emissionen für Putenhennen werden vorläufig als gleich groß angesehen.

Messungen von Hinz (2005) über 1 Durchgang im Sommer (zwangsbelüftet) ergaben 2 bis 8 g GV⁻¹ h⁻¹ an. Bei 0,0222 GV an⁻¹ entspricht das etwa 0,78 kg pl⁻¹ a⁻¹ TSP. Unter Verwendung der oben genannten Anteile von etwa 25 % PM₁₀ ergäben sich etwa 200 g pl⁻¹ a⁻¹ PM₁₀. Weitere Messungen von Hinz et al. (2008) im Sommer und im Winter (zwangsbelüftet) ergaben Emissionsraten von etwa 125 g pl⁻¹ a⁻¹ PM₁₀. Das Standard-Haltungssystem ist jedoch die Bodenhaltung im Offenstall.

Vorläufig verwendet werden deshalb die in Table 10.12 angegebenen Emissionsfaktoren für Mastputen.

Table 10.12: Turkeys, first estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions

Animal category	Housing type	Emission factor for PM ₁₀ kg pl ⁻¹ a ⁻¹	Emission factor for PM _{2.5} kg pl ⁻¹ a ⁻¹
Turkeys	solid	0.032	0.0040

10.5.8 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

For reference to information provided in the Tables volume see Table 10.13.

Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden Table 10.13.

Table 10.13: Turkeys, related tables in the Tables volume

			From	to
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.24	EM1005.25
		NM VOC	EM1005.55	EM1005.56
		NH ₃	EM1009.26	EM1009.27
		N ₂ O	EM1009.108	EM1009.113
		NO	EM1009.154	EM1009.155
		PM ₁₀	EM1010.17	EM1010.18
		PM _{2,5}	EM1010.37	EM1010.38
Activity data	Aktivitäten		AC1005.36	AC1005.38
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.24	IEF1005.26
		NM VOC	IEF1005.51	IEF1005.52
		NH ₃	IEF1009.23	IEF1009.25
		N ₂ O	IEF1009.86	IEF1009.88
		NO	IEF1009.117	IEF1009.119
		PM ₁₀	IEF1010.16	IEF1010.17
		PM _{2,5}	IEF1010.34	IEF1010.35
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.62	AI1005POU.83

10.6 Treatment of imported manure in the inventory / Behandlung von Wirtschaftsdünger-Importen im Inventar

The Netherlands export animal manures to Germany. It is assumed that these are solely solid poultry manures.

As these manures are referred to as N exports, and just spread, it is adequate to consider NH_3 emissions during spreading only.

Imported poultry manure is unlikely to be a key source of emissions of N species. A Tier 1 methodology is applied.

Aus den Niederlanden wird Wirtschaftsdünger nach Deutschland exportiert. Es wird angenommen, dass es sich hierbei ausschließlich um Geflügelfestmist handelt.

Da dieser Wirtschaftsdünger nur als N-Export angegeben wird, werden lediglich die Emissionen von NH_3 bei der Ausbringung beschrieben.

Importierter Geflügelmist ist wahrscheinlich keine Hauptquellgruppe für Emissionen N-haltiger Spezies. Ein Stufe-1-Verfahren wird angewendet.

10.6.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The Netherlands export manure in relevant quantities to Germany (expert judgement Luesink). They are reported without any further information as “exported N” (until 2005: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2007).

According to Luesink (expert judgement Luesink, LEI, den Haag) the share exported to Germany amounts to 70 to 85 % of the exported total. 90 to 95 % of these manure-N exports are (solid) poultry manure.

In this inventory, 75 % of the exports reported by The Netherlands are considered as imports to Germany; they are treated as poultry manure.

Data are available from 1994 onwards.

Uncertainty of activity data

The uncertainties are unknown.

Die Niederlande exportieren in erheblichem Umfang Wirtschaftsdünger nach Deutschland (Expertenurteil Luesink). Die Mengen werden ohne weitere Spezifikation als exportierter N angegeben (bis 2005: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2007).

Nach den Angaben von Luesink (Expertenurteil Luesink, LEI, Den Haag) beträgt der nach Deutschland exportierte Anteil zwischen 70 und 85 % der Gesamtexporte. Der nach Deutschland exportierte Wirtschaftsdünger-Stickstoff liegt dabei zum überwiegenden Teil (90 bis 95 %) in Geflügelfestmist vor.

In diesem Inventar werden daher 75 % der berichteten N-Exporte berücksichtigt und vollständig als Geflügelfestmist angesehen.

Daten liegen seit 1994 vor.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten sind unbekannt.

10.6.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factors for the application of poultry manure given in Table 9.4 are used. The relevant time before incorporation is assumed to be 24 h. In this case, the emission factor is $EF_{\text{NH}_3} = 0.40 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$, related to N imported.

Es werden die Emissionsfaktoren für Geflügelkot-Ausbringung angewendet (Table 9.4). Als Zeit bis zur vollständigen Einarbeitung werden 24 h angesehen. Der relevante Emissionsfaktor beträgt damit $EF_{\text{NH}_3} = 0,45 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$, bezogen auf importiertes N.

10.7 Poultry – collective description / Geflügel - zusammenfassende Daten

For greenhouse gases, emissions have to be reported for poultry as a single category. The categories dealt with in this report are collated. The aggregated data sets are to be found in Chapter 10.7.1.

For air pollutants, a differentiation was made between laying hens, broilers and other poultry. The data aggregated with this respect are to be found in Chapter 10.7.4.

Treibhausgasemissionen sind für Geflügel insgesamt zu berichten. Die aggregierten Daten wurden in Kapitel 10.7.1 zusammengestellt.

Bei der Berichterstattung über luftverschmutzende Gase wurden Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen und anderes Geflügel unterschieden. Die hierfür aggregierten Daten sind in Kapitel 10.7.4 zu finden.

10.7.1 Aggregated data for poultry / Zusammenfassende Daten für Geflügel

10.7.1.1 Animal numbers / Tierzahlen

The total number of pigs in the official statistics is the sum of all subcategories in Table 9.1 and Table 10.1.

Die Gesamtzahl des Geflügels in der amtlichen Tierzählung gibt die Summe aller Unterkategorien in Table 9.1 und Table 10.1 wieder.

$$n_{\text{poultry}} = n_{\text{AA}} + n_{\text{AB}} + n_{\text{AC}} + n_{\text{AD}} + n_{\text{AE}} + n_{\text{AF}} \quad (10.17)$$

where

n_{AA} etc. number of animals in census subcategory AA, etc. (see Table 9.1 and Table 10.1)

Uncertainty of activity data

The uncertainty in the census based animal numbers is between 4 and 5 %.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der Tierzahlen in der amtlichen Statistik wird etwa 4 bis 5 % betragen.

10.7.1.2 Animal weights / Tiergewichte

The mean animal weights of poultry is the weighted mean of the weights of laying hens, broilers, pullets, geese, ducks and turkeys. This mean is assessed from the following single means:

- The mean weight of laying hens is the arithmetic mean of the weights at the beginning and the end of the laying period. The weight at the beginning of the laying period is at the same time the final weight of
- pullets, whose mean weight is half of this final weight.
- The mean weight of broilers is assumed to be constant and half of the slaughter weight.
- The same applies to geese (slaughter weight 7 kg an⁻¹) and
- Ducks (slaughter weight 3.4 kg an⁻¹).
- For turkeys, the different slaughter weights for males and females (about 20 bzw. 10 kg an⁻¹) are considered.

Die mittleren Gewichte bei Geflügel sind die gewichteten Mittel der Gewichte von Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen, Junghennen, Gänsen, Enten und Puten. Diese werden wie folgt berechnet:

- Als mittleres Gewicht von Legehennen wird das arithmetische Mittel der Gewichte zu Beginn und zum Ende der Legeperiode angesehen. Das Gewicht zu Beginn der Legeperiode ist gleichzeitig das Endgewicht der
- Junghennen; deren mittleres Gewicht ist die Hälfte dieses Endgewichts.
- Das mittlere Gewicht von Masthähnchen und -hühnchen ist konstant und die Hälfte des Schlachtgewichts.
- Dies gilt auch für Gänse (Schlachtgewicht 7 kg an⁻¹) und
- Enten (Schlachtgewicht 3,4 kg an⁻¹).
- Bei Puten wird das unterschiedliche Schlachtgewicht von Hähnen und Hennen (ca. 20 bzw. 10 kg an⁻¹) berücksichtigt.

The weighted means are based on the animal numbers used for this inventory.

Die in die gewichtete Mittelung eingehenden Tierzahlen entsprechen denen, die der Inventarerstellung zugrunde gelegt wurden.

$$W_{\text{mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot W_{\text{mean, lh}} + n_{\text{br}} \cdot W_{\text{mean, br}} + n_{\text{pu}} \cdot W_{\text{mean, pu}} + n_{\text{ge}} \cdot W_{\text{mean, ge}} + n_{\text{du}} \cdot W_{\text{mean, du}} + n_{\text{tu}} \cdot W_{\text{mean, tu}}}{n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{ge}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}}} \quad (10.18)$$

where

$W_{\text{mean, poultry}}$	mean weight of poultry (in kg an ⁻¹)
n_{lh}	number of laying hens (in pl)
$W_{\text{mean, lh}}$	mean weight of laying hens (in kg an ⁻¹)
etc.	

10.7.1.3 Calculation of mean VS and N excretions / Berechnung mittlerer VS- und N-Ausscheidungen

The mean VS excretions for poultry are assessed using calculated data for laying hens, broilers, pullets, ducks and turkeys. There is no IPCC default values for geese. As the number of geese is small, geese are not included in the determination of the mean.

Die mittleren VS-Ausscheidungen für Geflügel werden aus berechneten Daten für Legehennen, Masthähnchen und –hühnchen, Enten und Puten berechnet. Ein IPCC-default-Wert für Gänse ist nicht angegeben. Da die Zahl der Gänse gering ist, werden Gänse in die Mittelwertbildung nicht einbezogen.

$$VS_{\text{mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot VS_{\text{lh}} + n_{\text{br}} \cdot VS_{\text{br}} + n_{\text{pu}} \cdot VS_{\text{pu}} + n_{\text{du}} \cdot VS_{\text{du}} + n_{\text{tu}} \cdot VS_{\text{tu}}}{n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}}} \quad (10.19)$$

where

$VS_{\text{mean, poultry}}$	mean VS excretion of poultry (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
n_{lh}	number of laying hens (in pl)
VS_{lh}	VS excretion of layinghens (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
etc.	

In contrast to VS excretions, mean N excretions can be obtained including all subcategories:

Im Gegensatz zu mittleren VS-Ausscheidungen können die mittleren N-Ausscheidungen unter Einbeziehung aller Unterkategorien berechnet werden:

$$m_{\text{excr, mean, poultry}} = \frac{n_{\text{lh}} \cdot m_{\text{excr, lh}} + n_{\text{br}} \cdot m_{\text{excr, br}} + n_{\text{pu}} \cdot m_{\text{excr, pu}} + n_{\text{ge}} \cdot m_{\text{excr, ge}} + n_{\text{du}} \cdot m_{\text{excr, du}} + n_{\text{tu}} \cdot m_{\text{excr, tu}}}{n_{\text{lh}} + n_{\text{br}} + n_{\text{pu}} + n_{\text{ge}} + n_{\text{du}} + n_{\text{tu}}} \quad (10.20)$$

where

$m_{\text{excr, mean, poultry}}$	mean N excretion of poultry (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
n_{lh}	number of laying hens (in pl)
$m_{\text{excr, lh}}$	N excretion of laying hens (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
etc.	

10.7.1.4 Implied emission factors / Mittlere Emissionsfaktoren

For the calculation of mean implied emission factors $IEF_{\text{poultry, i}}$ of a species i, the total of the emissions of of the species i is derived from the animal numbers in each subcategory and the respective emis-

Zur Berechnung der mittleren Emissionsfaktoren $IEF_{\text{poultry, i}}$ für eine Spezies i wird die Summe aller berechneten Emissionen einer Spezies i aus Tierzahl-

sion factor EF_i , and then divided by the overall number of poultry.

For CH_4 emissions, geese are not accounted for.

len und mittleren Emissionsfaktoren EF_i errechnet und durch die Gesamtzahl des Geflügels dividiert.

Bei CH_4 -Emissionen werden Gänse nicht berücksichtigt.

$$IEF_{\text{poultry}, i} = \frac{n_{lh} \cdot EF_{lh, i} + n_{br} \cdot EF_{br, i} + n_{pu} \cdot EF_{pu, i} + n_{ge} \cdot EF_{ge, i} + n_{du} \cdot EF_{du, i} + n_{tu} \cdot EF_{tu, i}}{n_{lh} + n_{br} + n_{pu} + n_{ge} + n_{du} + n_{tu}} \quad (10.21)$$

where

$IEF_{\text{poultry}, i}$ implied emission factor of a species i for poultry (in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$)
 n_{lh} number of laying hens (in pl)
 $EF_{lh, i}$ emission factor of a species i for laying hens (in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$)
 etc.

10.7.2 *Intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors with those of neighbouring countries / Vergleich von emissionserklärenden Variablen und resultierenden Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten*

In this chapter, a comparison is made of implied emission factors (IEF) between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results), and German data in this inventory.

In diesem Kapitel werden die mittleren Emissionsfaktoren (IEF) und wichtige emissionserklärende Variablen mit denen benachbarter Länder (letzte verfügbare Daten) mit ähnlicher Landwirtschaft verglichen.

10.7.2.1 *Mean implied emission factors for gases and emission explaining variables / Mittlere Emissionsfaktoren für Gase und emissionserklärende Variablen*

Table 10.14: Poultry, intercomparison of emission explaining variables and implied emission factors (Germany: submission 2010, all other countries: submission 2009)

	mean animal weight in $kg\ a^{-1}$	VS excretion in $kg\ pl^{-1}\ d^{-1}$	N excretion in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$	IEF				
				$CH_{4, ent}$ in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$	$CH_{4, MM}$ in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$	NH_3 in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$	N_2O in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$	NO in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}$
Austria	1.10	0.10	0.55	0.019	0.08	0.40 ¹		
Belgium	1.54				0.03	0.18		
Czech Republic			0.60		0.08	0.23		
Denmark	2.00	0.01	0.59		0.02	0.23		
Germany	2.27	0.022 ²	0.77		0.03	0.44	0.0012	0.0002
France		0.10	0.60		0.12	0.49		
Netherlands					0.03	0.15		
Poland	1.10	0.10	0.60		0.08	0.12		
Switzerland		0.10	0.49	0.016	0.12	0.22		
United Kingdom			0.49		0.08	0.19		
IPCC default (IPCC(2006)-10.82) Western Europe, cool region, developed countries	0.9 to 6.8	0.02 to 0.07			0.02 to 0.09			

Sources: UNFCCC 2009, Table 4.A, 4B; EMEP (2009)

¹ reported in submission 2008

² calculated without geese

Some countries still use the default values provided in IPCC(1996)-3-4.46, i.e. a mean animal weight of $1.1\ kg\ a^{-1}$ and a mean VS excretion of $0.10\ kg\ a^{-1}\ a^{-1}$. If one considers the information provided in IPCC(2006)-10.82, mean animal weights must

Als Tiergewichte geben einige Länder den default-Wert von $1,1\ kg\ a^{-1}$, als VS-Ausscheidung den default-Wert von $0,10\ kg\ a^{-1}\ d^{-1}$ nach IPCC(1996)-3-4.46 an. Die Gewichte nach IPCC(2006)-10.82 würden dagegen zu deutlich höheren Mittelwerten führen,;

definitively exceed the former values, whereas VS mean VS excretions fall below. The German result for the mean VS excretion of poultry is based on the data given in IPCC (2006).

IPCC(1996) suppose a default CH₄ emission factor of 0.078 kg pl⁻¹ a⁻¹. Again, the data listed in IPCC(2006) result in lower means. Calculated emission factors reported by Denmark and the Netherlands confirm the German data.

Like all other means, the mean NH₃ emission factor greatly depends on the composition of the poultry population. Here, no additional information is available. The comparison with a default factor is impossible.

wohingegen die VS-Ausscheidungen in IPCC (2006)-10.82 deutlich geringer sind als in IPCC (1996). Der deutsche Wert für die VS-Ausscheidungen beruht auf den Daten von IPCC (2006).

Als default-CH₄-Emissionsfaktor gibt IPCC(1996) 0,078 kg pl⁻¹ a⁻¹ an. Nach IPCC(2006) ergeben sich auch hier geringere Mittelwerte. Die Rechnungen für Dänemark und die Niederlande bestätigen den deutschen Wert.

Wie alle anderen Mittelwerte, so hängen auch die NH₃-Emissionsfaktoren stark von der Zusammensetzung der Tierpopulation ab. Hier fehlen Angaben der Nachbarländer. Ein Vergleich mit default-Werten ist nicht möglich.

10.7.2.2 Mean implied emission factors for particulate matter / Mittlere Emissionsfaktoren für Partikel

For PM₁₀, reported values are in the same order of magnitude (with the exception of Denmark and Poland).

Emission factors for PM_{2.5} differ without any discernible reason.

Again, information about the composition of the population is missing.

Die Angaben zu Staub-Emissionsfaktoren für PM₁₀ weisen (mit Ausnahme von Dänemark und Polen) die gleiche Größenordnung auf.

Die Angaben zu PM_{2.5} variieren ohne erkennbare Ursache.

Wiederum fehlen Angaben zur Zusammensetzung der Populationen.

Table 10.15: Poultry, intercomparison of PM emission factors (Germany: 2010, all other countries: 2009)

	<i>IEF</i> _{PM₁₀, poultry} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM ₁₀	<i>IEF</i> _{PM_{2.5}, poultry} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ PM _{2.5}	<i>IEF</i> _{TSP, poultry} in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TSP*
Austria			
Belgium	0.03	0.007	1.90
Czech Republic			
Denmark	0.30	0.042	0.30
Germany	0.037	0.005	
France	0.04	0.008	0.08
Netherlands	0.05	0.011	0.05
Poland	0.003	0.001	0.01
Switzerland	0.09	0.013	
United Kingdom	0.05	0.010	

Source: EMEP (2009), calculated from original data supplied

* Total suspended particulate matter (TSP) refers to the entire range of ambient air matter that can be collected, from the sub-micron level up to 100 µm in *d* (EMEP(2007)-B1010-9).

10.7.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Reference to information provided in the Tables volume is provided in the subsequent table.

Hinweise auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen finden sich in der nachfolgenden Tabelle.

Table 10.16: Poultry, related tables in the Tables volume

			from	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.27	
		NMVOC	EM1005.58	
		NH ₃	EM1009.29	
		N ₂ O	EM1009.117	EM1009.119
		NO	EM1009.157	
		PM ₁₀	EM1010.19	
		PM _{2,5}	EM1010.39	
Activity data	Aktivitäten		AC1005.39	
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	IEF1005.27	
		NMVOC	IEF1005.53	
		NH ₃	IEF1009.27	
		N ₂ O	IEF1009.90	
		NO	IEF1009.121	
		PM ₁₀	IEF1010.18	
		PM _{2,5}	IEF1010.36	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1005POU.84	AI1005POU.94
Excretions	Ausscheidungen	N	EXCR.55	EXCR.57

10.7.4 Aggregated data for other poultry (poultry except laying hens and broilers) / Zusammenfassende Daten für weiteres Geflügel (Geflügel ohne Legehennen und Masthähnchen und – hühnchen)

The methods listed in Chapter 10.7.1 are used by analogy, omitting the figures for laying hens and broilers.

Zur prinzipiellen Vorgehensweise siehe Kapitel 10.7.1. Es fehlen jeweils die Daten für Legehennen und Masthähnchen und –hühnchen.

10.7.5 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 10.17: Other poultry, related tables in the Tables volume

			From	To
Emissions	Emissionen	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management	EM1005.26	
		NMVOC	EM1005.57	
		NH ₃	EM1009.28	
		N ₂ O	EM1009.114	EM1009.116
		NO	EM1009.156	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Activity data	Aktivitäten			
Emission factors	Emissionsfaktoren	CH ₄ enteric fermentation		
		CH ₄ manure management		
		NMVOC		
		NH ₃	IEF1009.26	
		N ₂ O	IEF1009.89	
		NO	IEF1009.120	
		PM ₁₀		
		PM _{2,5}		
Additional information	zusätzliche Informationen			

11 Emissions from cultures with nitrogen fertilisers / Emissionen aus mit Stickstoff gedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen

Fertilised agricultural areas comprise

- permanent crops,
- arable land crops,
- market gardening and
- fertilised grassland

which are intentionally treated with nitrogen fertilisers (mineral fertiliser and manures).

N₂O emissions from agricultural soils are a key source with respect to level and trend (UBA 2008, pg. 85 f). NH₃ and NO emissions from agricultural soils are also regarded to be key sources (EMEP 2005).

Emissions of NMVOC from plants and emissions of CO₂ resulting from the application of mineral fertilisers are no key sources.

For CH₄, agricultural soils are a weak sink.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 11.1.

Gedüngte landwirtschaftliche Nutzflächen sind

- Dauerkulturen,
- Ackerland,
- Gartenland und
- gedüngtes Grünland,

die absichtlich mit stickstoffhaltigen Düngemitteln (Mineral- und Wirtschaftsdüngern) behandelt werden.

N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sind eine Hauptquellgruppe hinsichtlich Niveau und Trend (UBA 2008, S. 85f); NH₃- und NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sind nach EMEP (2005) jeweils eine Hauptquellgruppe.

Die Emissionen von NMVOC aus Pflanzen und von CO₂ aus der Anwendung von Mineraldüngern sind keine Hauptquellgruppen.

Landwirtschaftliche Böden sind eine schwache Senke für CH₄.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 11.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 11.1: Cultures with fertilisers, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
NH ₃	mineral fertiliser	2	EMEP	district	district	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	mineral fertiliser	1	IPCC	district	national	1 a
CO ₂	urea	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	animal manures	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	sewage sludge	1	IPCC	states	national	1 a
N ₂ O	histosols	1	IPCC	district	national	1 a
CH ₄	deposition to soils	1	EMEP	district	national	1 a
NMVOC	plants	1	National	district	national	1 a
PM ₁₀ , PM _{2.5}	arable agriculture	1	National	district	national	1 a

11.1 Application of mineral fertilisers / Mineraldüngeranwendung

11.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten

11.1.1.1 Amounts of fertilisers used / Berücksichtigte Düngermengen

German statistics (StatBA FS 4, R 8.2 for each year) report the amount of fertilisers sold. Assuming that the change of fertilisers stocked is small compared with the amount of fertilisers sold, the amount of fertiliser sold is taken to be the amount of fertiliser applied.

Statt der ausgebrachten Düngermenge wird die statistisch erfasste verkaufte Düngermenge (StatBA FS 4, R 8.2, für jedes Jahr) angesetzt in der Annahme, dass die Änderung der Vorräte klein ist gegenüber der verkauften Menge.

11.1.1.2 Spatial disaggregation of fertiliser amounts / Regionalisierung der Düngermengen

The amount of fertilisers sold is available for the Federal States. With respect to the short atmospheric lifetime of NH₃ a method was developed to disaggre-

Die verkauften Düngermengen stehen für Bundesländer zur Verfügung. Im Hinblick auf die kurze atmosphärische Verweildauer von NH₃ wurde versucht,

gate fertiliser amounts to the area of rural districts.

In Table 11.2. the recommended amounts of nitrogen fertilisers are listed for various cultures.

diese Mengen plausibel auf Landkreise zu disaggregieren.

Table 11.2 listet Düngempfehlungen für verschiedene Kulturen auf.

Table 11.2: Cultures with fertilisers, recommended amounts of nitrogen fertilisers

Crop	Fertiliser recommended kg ha ⁻¹ N	Source	Crop	Fertiliser recommended kg ha ⁻¹ N	Source
winter wheat	220	LWK-NI (2007)	endive	120	Hortigate (2005)
spring wheat	200	LWK-NI (2007)	lamb's lettuce	80	Hortigate (2005)
rye	150	LWK-NI (2007)	butterhead lettuce	80	Hortigate (2005)
winter barley	190	LWK-NI (2007)	lollo lettuce	80	Hortigate (2005)
spring barley	130	LWK-NI (2007)	radicchio	80	Hortigate (2005)
oat	100	LWK-NI (2007)	Romaine lettuce	100	Hortigate (2005)
triticale	190	LWK-NI (2007)	arugula	80	Hortigate (2005)
grain maize	180	LWK-NI (2007)	other lettuce	80	Hortigate (2005)
maize for silage	180	LWK-NI (2007)	spinach	90	Hortigate (2005)
rape	200	LWK-NI (2007)	rhubarb	120	Hortigate (2005)
sugar beet	160	LWK-NI (2007)	asparagus	80	Hortigate (2005)
fodder beet	160		celery stalks	140	Hortigate (2005)
clover, clover gras mixtures, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)	0		fennel	140	Hortigate (2005)
alfalfa	0		celery root	140	Hortigate (2005)
grass (fodder production)	270	KTBL (2004), pg. 301	horseradish	140	Hortigate (2005)
potatoes	160	LWK-NI (2007)	carrots	80	Hortigate (2005)
broad beans	0		red radish	70	Hortigate (2005)
peas	0		white radish	100	Hortigate (2005)
other pulses	0		beetroot	180	Hortigate (2005)
pastures and meadows	130	KTBL (2004), pg. 301	gherkin	140	Hortigate (2005)
cauliflower	220	Hortigate (2005)	cucumber	140	Hortigate (2005)
broccoli	190	Hortigate (2005)	marrows	120	Hortigate (2005)
Chinese cabbage	80	Hortigate (2005)	courgette	170	Hortigate (2005)
curly kale	160	Hortigate (2005)	sweet corn	150	Hortigate (2005)
kohlrabi	130	Hortigate (2005)	French beans	80	Hortigate (2005)
Brussels sprouts	300	Hortigate (2005)	broad beans		
red cabbage	190	Hortigate (2005)	runner beans (incl. scarlet runner bean)	120	Hortigate (2005)
white cabbage	195	Hortigate (2005)	peas for threshing (without pods)	110	Hortigate (2005)
Savoy cabbage	195	Hortigate (2005)	peas for picking (with pods)	110	Hortigate (2005)
red oak leaf lettuce	80	Hortigate (2005)	spring onions	150	Hortigate (2005)
crisphead lettuce	120	Hortigate (2005)	onions (incl. shallots)	90	Hortigate (2005)
			parsley	180	Hortigate (2005)
			leek	160	Hortigate (2005)
			chives	200	Hortigate (2005)

For the disaggregation, land utilisation data were combined with the fertiliser amounts officially recommended (cf. Table 11.2). Soil N pools and application of manures were not taken into account. The potentially needed amounts of fertiliser N were calculated for each district. The sum of these potential amounts of fertiliser N was compared with the amounts really sold. Thus, a fraction could be derived for each district, which has to be multiplied with the amounts sold in the Federal State. A differentiation

Zur Disaggregation wurden anhand der Flächennutzungsdaten und der Düngempfehlungen (siehe Table 11.2) ohne Abzug von N-Vorräten in Böden und ohne Berücksichtigung etwaig aufgebracht Wirtschaftsdünger potentielle N-Gaben für jeden Kreis errechnet. Die Summe der potentiellen N-Gaben in einem Bundesland wurde der tatsächlich verkauften Düngermengen gegenüber gestellt. Für jeden Kreis wurde ein Bruchteil errechnet, der den Anteil einer jeden potentiell angewendeten Düngerart je Kreis

between grassland and arable land (incl. horticultural land) was made. No special combinations of fertiliser types and crop were accounted for.

beschreibt. Zwischen Düngergaben auf Ackerland (incl. Land für Gemüsebau) und Grünland wird unterschieden. Präferenzen für Kombinationen von Düngerarten und Kulturen wurden nicht berücksichtigt.

The amount of fertiliser per district is calculated as follows:

Die je Kreis angewendete Menge errechnet sich dann wie folgt:

$$m_{\text{fert, i, d}} = x_{\text{fert, d}} \cdot m_{\text{fert, i, sold}} \quad (11.1)$$

where

$m_{\text{fert, i, d}}$	amount of fertiliser type i used in a district (in Gg a ⁻¹ N)
$x_{\text{fert, i, d}}$	share of fertiliser used in a district related to the overall sales in a Federal State (in kg kg ⁻¹)
$m_{\text{fert, i, sold}}$	amount of fertiliser type i sold in a Federal State (in Gg a ⁻¹ N)

with

$$x_{\text{fert, d}} = \frac{\sum_j A_{j, d} \cdot m_{\text{rec, j}}}{\sum_j A_{j, \text{FS}} \cdot m_{\text{rec, j}}} \quad (11.2)$$

where

$A_{j, d}$	area of crop j reported for a district (in ha)
$m_{\text{rec, j}}$	amount of fertiliser recommended for a crop j (in kg ha ⁻¹ N, see Table 11.2)
$A_{j, \text{FS}}$	area of crop j reported for a Federal State (in ha)

11.1.1.3 Classification of fertilisers / Klassierung der Dünger

The German national classification for N fertilisers as used in the statistics is translated into SNAP categories according to Table 11.3.

Die nationalen Bezeichnungen für N-Dünger werden wie in Table 11.3 den SNAP-Bezeichnungen zugeordnet:

Table 11.3: Attribution of German national classes of N fertilisers to SNAP categories

German classification	SNAP 100100
<i>Any time</i>	
Kalkammonsalpeter	calcium ammonium nitrate
Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung	ammonium nitrate urea solutions
<i>in 1994 and thereafter</i>	
Ammonsalpetersorten	ammonium nitrate
Harnstoff	urea
andere Einnährstoffdünger	other complex NK and NPK fertilisers
NP-Dünger	combined NP fertilisers
<i>prior to 1994</i>	
andere Ammonsalpetersorten und Kalkstickstoff	ammonium nitrate

11.1.1.4 Data gap closure / Schließen von Datenlücken

For 1990 to 1993, information about fertiliser in the New Länder (former GDR) was available as total of N sold. The detailed data for 1994 were used to estimate the distribution of fertiliser for the single Länder as well as the frequency distribution of the various fertiliser types.

Für die Jahre 1990 bis 1993 lagen für die Neuen Bundesländer Angaben über Düngemittel nur als Summe der verkauften N-Dünger, angegeben als Dünger-N, vor. Unter Verwendung der detaillierten Daten für 1994 wurden die auf die einzelnen Bundesländer und die einzelnen Düngersorten entfallenden

The missing data for Saarland in 1991 were replaced by the respective data for 1990.

No data were available for the City States (Hamburg, Bremen, Berlin).

Teilmengen proportional erschlossen.

Die für das Saarland fehlenden Angaben für 1991 wurden durch entsprechende Daten für 1990 ersetzt.

Für die Stadtstaaten lagen keine Verkaufszahlen vor.

11.1.1.5 Uncertainty of statistical data / Unsicherheit statistischer Daten

The uncertainty of the amounts of fertiliser sold is unknown.

The amount of fertiliser which was acquired in one Federal State and applied in another, is considered negligible.

The assumption that the amount of fertiliser sold equals in practice the amount applied is plausible and should be correct for the mean of several years.

According to EMEP(2007)-B1010-26, the uncertainty (standard deviation) for the amounts of fertilisers applied is in the order of magnitude of 10 %. In addition, a normal distribution is assumed.

Die Unsicherheit der verkauften Düngermengen ist nicht bekannt.

Die Menge der Dünger, die in einem Bundesland gekauft und in einem anderen Bundesland ausgebracht wird, erscheint vernachlässigbar.

Die Annahme, dass die Menge der verkauften Dünger in der Praxis gleich der der ausgebrachten Mengen ist, erscheint plausibel und trifft zumindest im mehrjährigen Mittel zu.

Nach EMEP(2007)-B1010-26 ist für die ausgebrachten Düngermengen mit einer Unsicherheit (Standardabweichung) von größenordnungsmäßig 10 % zu rechnen. Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.1.2 Emission of nitrogen species / Emissionen von Stickstoff-Spezies

All emissions are related to nitrogen inputs with fertilisers.

Alle Emissionen werden auf die Stickstoff-Einträge mit Düngern bezogen.

11.1.2.1 Ammonia emissions / Ammoniak-Emissionen

11.1.2.1.1 The method applied / Angewandte Methode

Ammonia emissions are calculated using a detailed methodology according to EMEP(2007)-B1010-17.

Ammoniak-Emissionen werden nach einem detaillierten Verfahren nach EMEP(2007)-B1010-17 berechnet.

For NH₃ emissions, various fertiliser types are distinguished; emission factors may vary for grassland and arable land (incl. horticultural land). Regions are differentiated according to their mean spring temperatures t_s .

Bei NH₃-Emissionen wird weiter nach Düngertypen unterschieden; Grünland und Ackerland (incl. Gemüseanbaufläche) weisen teilweise unterschiedliche Faktoren auf. Regionen werden durch ihre mittleren Frühlingstemperaturen t_s charakterisiert.

Region A $t_s > 13$ °C
Region B 6 °C $< t_s < 13$ °C
Region C $t_s < 6$ °C

The calculation procedure is as follows:

Das Rechenverfahren lautet:

$$E_{\text{NH}_3, \text{fert}} = \gamma_{\text{NH}_3} \cdot \left(\sum m_{\text{fert}, i, A} \cdot EF_{\text{NH}_3, i, A} \cdot c_i + \sum m_{\text{fert}, i, B} \cdot EF_{\text{NH}_3, i, B} \cdot c_i + \sum m_{\text{fert}, i, C} \cdot EF_{\text{NH}_3, i, C} \cdot c_i \right) \quad (11.3)$$

with

$E_{\text{NH}_3, \text{fert}}$ NH₃ emission flux from fertilisers (in Gg a⁻¹ NH₃)
 γ_{NH_3} mass conversion factor ($\gamma_{\text{NH}_3} = 17/14$ g g⁻¹ mol mol⁻¹)
 $m_{\text{fert}, i, j, A}$ mass of fertiliser N applied as type i to a crop j in region A (in Gg a⁻¹ N)

$EF_{NH_3, i, j, A}$ c_i NH_3 emission factor for fertiliser type i and a crop j in region A (in $kg\ kg^{-1}\ NH_3-N$)
 multiplier reflecting soil pH

11.1.2.1.2 Mean spring temperatures / Mittlere Frühlingstemperaturen

Mean spring temperatures were defined as the mean air temperatures of March, April, and May, see Chapter 17.1.

Almost entire Germany belongs to Region B (6 – 13 °C).

In die mittleren Frühlingstemperaturen gehen die Mittelwerte der Lufttemperaturen der Monate März, April und Mai ein, siehe Kapitel 17.1.

Fast ganz Deutschland liegt in der Region B (6 – 13 °C).

11.1.2.1.3 Emission factors / Emissionsfaktoren

Table 11.4: Mineral fertilisers, emission factors for ammonia emissions $kg\ kg^{-1}\ N$

Fertiliser type	Region A		Region B		Region C	Multiplier C	Comment
	EF_A	EF_B	$EF_{B, grass}$	$EF_{B, arable}$	EF_C		
ammonium sulphate	0.025	0.020	0.020	0.020	0.015	10	1)
ammonium nitrate	0.020	0.015	0.016	0.006	0.010	1	
calcium ammonium nitrate	0.020	0.015	0.016	0.006	0.010	1	
anhydrous ammonia	0.04	0.03	0.030	0.030	0.02	4	
urea	0.20	0.17	0.230	0.115	0.15	1	
nitrogen solutions	0.11	0.09	0.12	0.06	0.07	1	2)
ammonium phosphates	0.025	0.020	0.020	0.020	0.015	10	1)
other NK and NPK	0.020	0.015	0.016	0.006	0.010	1	3)
nitrate only (e.g. KNO_3)	0.007	0.005	0.005	0.005	0.005	1	

Source: (EMEP(2007)-B1010-18)

1) note very strong pH effect supported by measurements and chemical principles (Harrison and Webb, 2001)

2) saturated solution of urea and ammonium nitrate

3) for fertilisers largely based on ammonium nitrate

Uncertainty of emission factors

For fertiliser application, the uncertainty of the ammonia emission factor is approximately 50 % (EMEP(2007)-B1010-25). A normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Nach EMEP(2007)-B1010-26 beträgt die Unsicherheit des Ammoniak-Emissionsfaktors etwa 50 %. Angenommen wird eine Normalverteilung.

11.1.2.2 Emissions of N_2O , NO and N_2 / N_2O -, NO - and N_2 -Emissionen

11.1.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

For N_2O , a Tier 1 approach is used according to IPCC(2006)-11.6 ff due to the fact that emission factors for various mineral fertilisers are not available.

For NO , the simpler methodology described in EMEP(2007)-B1010-15 is applied.

Dinitrogen emissions are estimated using a national approach.

The following equations are used (for the emission factors see Chapter 11.1.2.2.2):

Für N_2O wird ein Stufe-1-Verfahren nach IPCC(2006)-11.6 ff angewandt, da Emissionsfaktoren für die einzelnen Mineraldünger nicht verfügbar sind.

NO -Emissionen werden nach dem einfacheren Verfahren aus EMEP (2007)-B1010-15 berechnet.

Distickstoff-Emissionen werden nach einem nationalen Verfahren geschätzt.

Die folgenden Gleichungen werden benutzt (zu den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 11.1.2.2.2):

$$E_{N_2O, fert} = m_{fert} \cdot EF_{fert, N_2O} \cdot \gamma_{N_2O} \tag{11.4}$$

$$E_{\text{NO, fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{NO, fert}} \cdot \gamma_{\text{NO}} \quad (11.5)$$

$$E_{\text{N}_2, \text{ fert}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{ fert}} \quad (11.6)$$

where

$E_{\text{N}_2\text{O, fert}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{\text{NO, fert}}$	emission flux of NO directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in Gg a ⁻¹ NO)
$E_{\text{N}_2, \text{ fert}}$	emission flux of N ₂ directly emitted from soils (application of mineral fertiliser) (in Gg a ⁻¹ N ₂)
m_{fert}	amount of N applied with mineral fertiliser applied (in Gg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{N}_2\text{O, fert}}$	emission factor for N ₂ O emissions from mineral fertilisers (in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{\text{NO, fert}}$	emission factor for NO emissions from mineral fertilisers (in kg kg ⁻¹ NO-N)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{\text{N}_2, \text{ fert}}$	emission factor for N ₂ emissions from mineral fertilisers (in kg kg ⁻¹ N ₂ -N)

11.1.2.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

N₂O and NO emission factors were obtained from the following sources:

Nitrous oxide

Tier 1 methodology: IPCC(1996)-4.89, Tabelle 4-18
 $EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$

Nitric oxide

Simpler methodology: Stehfest and Bouwman (2006)
 $EF_{\text{fert, NO}} = 0.012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$

The NO emission factor was calculated from data for Europe collated by Stehfest and Bouwman (2006), Table 6. (Europe). It represents the sum of NO emissions from arable land and grassland and relates them to the amount of N applied by fertiliser and manure.

Dinitrogen

The assessment of dinitrogen emissions is a prerequisite for the calculation of the amount of nitrogen transferred to the soils, which again is needed to determine indirect emissions due to leaching.

The emission factor for N₂ is derived from the emission ratio normally observed for N₂ and N₂O-N, i.e. between 7 and 8 kg kg⁻¹ (Rolston, 1978, Weier et al., 1993, Walenzik, 1996, Stevens and Laughlin, 1998, Smil, 1999, and literature cited therein; Rudaz et al., 1999, Cai et al., 2001; for contrasting information see also Mosier et al., 1986, Vermosen et al., 1996, Mathieu et al., 2006, Liu et al., 2007). For a valuation of the range of these emissions see Van Cleemput (1998).

For the inventory, a N₂ emission factor of 0.1 kg kg⁻¹ N is used. It agrees with respective data mentioned in recent publications (see Oura et al., 2001).

Comparison of parameters provided in the IPCC

N₂O- und NO-Emissionsfaktoren wurden den folgenden Quellen entnommen:

Distickstoffoxid (Lachgas)

Stufe-1-Verfahren: IPCC(1996)-4.89, Tabelle 4-18
 $EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren: Stehfest und Bouwman (2006)
 $EF_{\text{fert, NO}} = 0,012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$

Der NO-Emissionsfaktor wurde aus Europa-Daten in Table 6 in Stehfest und Bouwman (2006) berechnet. Er entspricht der Summe aus NO-Emissionen aus Ackerland und Grünland bezogen auf die durch Mineral- und Wirtschaftsdünger zugeführte N Menge.

Distickstoff

Die Abschätzung der Emission von Distickstoff ist eine Voraussetzung zur Berechnung der in den Boden gelangenden Stickstoff-Menge, die für die Berechnung der indirekten Emissionen aus Auswaschung benötigt wird.

Der Emissionsfaktor wird aus dem üblicherweise beobachteten Verhältnis von N₂ zu N₂O-N abgeleitet, das etwa 7 bis 8 kg kg⁻¹ beträgt (Rolston, 1978, Weier et al., 1993, Walenzik, 1996, Stevens und Laughlin, 1998, Smil, 1999, und dort zit. Lit.; Rudaz et al., 1999, Cai et al., 2001; dagegen aber auch Mosier et al., 1986, Vermosen et al., 1996, Mathieu et al., 2006, Liu et al., 2007). Zur Deutung der Spannweite der Ergebnisse siehe Van Cleemput (1998).

Für das Inventar wird ein N₂-Emissionsfaktor von 0,1 kg kg⁻¹ N angesetzt. Dieser Emissionsfaktor stimmt mit anderen aus der neueren Literatur überein (vgl. Oura et al., 2001).

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996-

1996 and IPCC 2006 guidelines

The IPCC 1996 emission factor ($EF_1 = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) represents the poor knowledge available at the time. The emission factor derived for IPCC 2006 ($EF_1 = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) includes the knowledge gained since then (see date of publications listed in IPCC 2006, Table 11.1, and footnote 8).

However, the IPCC 2006 emission factor is unlikely to be representative of conditions in Germany.

A review of field data in Germany (Jungkunst et al. 2006) resulted in emission factors ranging from 0.0018 to 0.1554 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ with a median above 0.01 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$, uncorrected for background emissions and N input from crop residues.

This observational evidence suggests that the original higher emission factor of IPCC 1996 is likely to be more appropriate for German conditions than the smaller emission factor of IPCC 2006.

Uncertainty of emission factors

Nitric oxide

For fertiliser application, the order of magnitude is likely to be correct. Likely uncertainty is about a factor of 10 (EMEP(2007)-B1010-26). A lognormal distribution is assumed.

Nitrous oxide

Fertiliser application: the order of magnitude may be correct for large areas (EMEP(2007)-B1010-26). The evaluation of German long-term experiments results in an emission factor which is slightly below default (slope 0.0072 kg kg^{-1} with an intercept of about 2.3 $\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$; Lægread and Aastveit, 2002). The overall procedure seems to be inappropriate¹⁷.

Leip et al. (2005) estimate an uncertainty of about 900 %. In contrast to this, IPCC(1996)-4.89 lists an uncertainty range for this emission factor of 0.0025 to 0.0225 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$. The latter is assumed to be the 95 % confidence interval and is used for the calculation of the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory (see Chapter 15.6). Hence, the difference between the upper limit of the confidence interval amounts to 80 % of this emission factor. The same applies to the difference between the lower limit of the confidence interval. The symmetry allows the use of a normal distribution.

und IPCC-2006-Richtlinien

Der in IPCC 1996 genannte Emissionsfaktor ($EF_1 = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) entsprach dem damaligen geringen Wissensstand. Dagegen schließt der in IPCC 2006 beschriebene Faktor ($EF_1 = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) das seitdem hinzugewonnene Wissen ein (siehe die in IPCC 2006, Tabelle 11.1 aufgelistete Literatur sowie die dortige Fußnote 8).

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Emissionsfaktor trifft wohl jedoch auf die deutschen Verhältnisse nicht zu. Eine Zusammenstellung der Feldmessungen in Deutschland (Jungkunst et al., 2006) nennt Emissionsfaktoren von 0,0018 to 0,1554 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ mit einem Median über 0,01 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ (ohne Korrektur für Hintergrundemissionen und Emissionen aus Pflanzenrückständen).

Die Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass der höhere Faktor in IPCC 1996 die deutschen Verhältnisse besser beschreibt als der kleinere Faktor in IPCC 2006.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Stickstoffmonoxid

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich zutreffend. EMEP(2007)-B1010-26 gibt eine Unsicherheit mit dem Faktor 10 an. Eine lognormale Verteilung wird angenommen.

Distickstoffoxid (Lachgas)

Düngieranwendung: Die Größenordnung wahrscheinlich zutreffend (EMEP(2007)-B1010-26); Auswertung deutscher Langzeitexperimente ergibt einen geringfügig kleineren Emissionsfaktor von 0,0072 kg kg^{-1} bei einem Sockel von etwa 2,3 $\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ (Lægread und Aastveit, 2002); das Verfahren erscheint insgesamt als unangemessen¹⁷.

Leip et al. (2005) schätzen die Unsicherheit mit 900 %. In IPCC(1996)-4.89, Tabelle 4-18, wird dagegen für den Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,0025 bis 0,0225 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$ angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst und der Berechnung der Gesamtunsicherheit im Treibhausgasinventaren (s. Kapitel 15.6) zugrundegelegt. Somit entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 80 % dieses Emissionsfaktors. Gleiches gilt für das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor. Aufgrund der Symmetrie wird Normalverteilung angenommen.

¹⁷ "The German sites show no correlation between applied N and emitted N-N₂O..." (Jungkunst and Freibauer, 2005). N₂O emissions decrease in Europe with increasing N application to cereals (Kasimir Klemetsson and Klemetsson, 2002). The direct emissions are likely to be overestimated as compared to the emissions from the soil N pool (Lampe et al., 2006)

11.1.3 Carbon dioxide emissions from the application of urea / Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus der Anwendung von Harnstoff

The emissions have to be reported according to IPCC(2006)-11.32. However, emissions are not reported as originating from agricultural soils (CRF sector 4.D), but under landuse/landuse change (LULUC, CRF Table 5 IV).

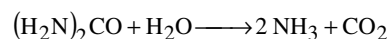
Nevertheless, the calculation procedure mirrors that of other mineral fertilizers. Hence, it is described in this context.

Die Emissionen sind nach IPCC(2006)-11.32 zu berichten. Dies erfolgt allerdings nicht im Bereich landwirtschaftlicher Böden (CRF-Bereich 4.D), sondern im Bereich Landnutzung/Landnutzungsänderungen (LULUC, CRF-Tabelle 5 IV).

Nichtsdestoweniger entspricht das Rechenverfahren dem für andere Mineraldünger. Deshalb ist es auch in diesem Kontext beschrieben.

11.1.3.1 Production and application of urea / Produktion und Anwendung von Harnstoff

In the presence of water and urease, urea reacts completely according to the following equation:



The process of urea production may result in the fixation of CO₂. This sink is to be reported under “Industrial Processes and Product Use”.

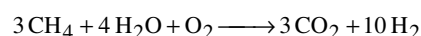
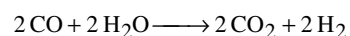
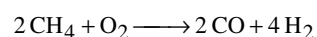
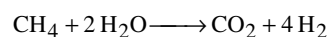
In Germany, urea is produced by a combination of an ammonia synthesis using so-called “synthesis gas” (e.g. from the Kellogg process) and a high pressure process to form urea (e.g. the Stamicarbon process). The educts required are natural gas, air and water.

Harnstoff reagiert in Gegenwart von Urease und Wasser vollständig gemäß

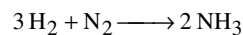
Der Prozess der Harnstoff-Synthese kann dazu führen, dass CO₂ gebunden wird. Diese Senke ist im Sektor „Industrial Processes and Product Use“ zu berichten.

Harnstoff wird in Deutschland in einer Kombination von Ammoniak-Synthesen nach einem Synthesegas-Verfahren (z.B. dem Kellogg-Verfahren) zur Ammoniak-Gewinnung und einem Hochdruck-Verfahren zur Harnstoff-Gewinnung (z.B. Stamicarbon-Verfahren) hergestellt. Als Edukte dienen Erdgas, Luft und Wasser.

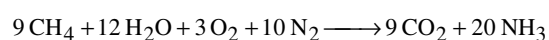
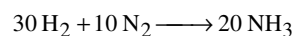
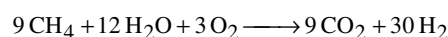
Formation of hydrogen and CO₂ from natural gas (idealized)



Formation of NH₃ from elementary hydrogen and nitrogen



Balancing CO₂ and NH₃ in the combined production processes

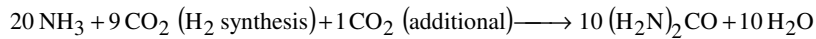


The reaction of NH₃ and CO₂ to form urea requires more CO₂ than produced in the NH₃ synthesis. Thus,

Die Reaktion von NH₃ mit CO₂ zu Harnstoff verbraucht mehr CO₂ als in der NH₃-Synthese freigesetzt

the production of urea is to be considered an overall sink of CO₂.

wird. Die Harnstoff-Synthese ist demnach insgesamt als Senke für CO₂ zu betrachten.



However, the complete hydrolysis of urea used as fertiliser releases ten times the amount of CO₂ fixed.

Die vollständige Hydrolyse nach dem Einsatz von Harnstoff als Düngemittel setzt aber zehnmals soviel CO₂ frei, wie gebunden wurde.

11.1.3.2 Calculation of emissions / Berechnung der Emissionen

Emissions occur after the application of urea and ammonium nitrate urea (ANS) solutions. The calculation procedure takes the urea content of these solutions into account.

Die Emissionen entstehen aus der Anwendung von Harnstoff und von Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösungen (AHL). Die Rechnung berücksichtigt den Harnstoff-Gehalt der Lösung.

$$E_{\text{CO}_2, \text{urea}} = \left(m_{\text{urea}} + x_{\text{urea}} \cdot m_{\text{ANS}} \right) \cdot EF_{\text{CO}_2, \text{urea}} \cdot \beta \quad (11.7)$$

where	$E_{\text{CO}_2, \text{urea}}$	CO ₂ emission flux (in Gg a ⁻¹ CO ₂)
	m_{urea}	amount of urea applied (in Gg a ⁻¹ N)
	m_{ANS}	amount of ammonium nitrate urea solution (ANS) applied (in Gg a ⁻¹ N)
	x_{urea}	fraction of urea N in ANS ($x_{\text{urea}} = 0.5 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$, expert judgement)
	$EF_{\text{CO}_2, \text{urea}}$	emission factor ($EF_{\text{CO}_2, \text{urea}} = 44/(2 \cdot 14) \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
	β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.1.3.3 Activity data / Aktivitätsdaten

Urea is used as granules on its own or as liquid fertiliser in combination with ammonium nitrate. The amounts sold are reported by official statistics in StatBA FS 4, R 8.2.

Harnstoff wird in fester Form allein sowie als Flüssigdünger zusammen mit Ammonium-Nitrat ausgebracht. Die verkauften Mengen werden vom Statistischen Bundesamt bereitgestellt (StatBA FS 4, R 8.2).

For details, in particular the uncertainties of fertiliser amounts, see Chapter 11.1.1.

Zu weiteren Einzelheiten, insbesondere zur Unsicherheit der Düngermengen, siehe Kapitel 11.1.1.

11.1.3.4 Emission factors / Emissionsfaktoren

The completeness of the reaction allows for a simple stoichiometric calculation, according to which the emission factor is $44/(2 \cdot 14) \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$, if the fertiliser input is expressed as amount of N ($M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g mol}^{-1}$, $M_{\text{N}} = 14 \text{ g mol}^{-1}$).

Die Vollständigkeit der Umsetzung gestattet eine einfache stöchiometrische Rechnung, derzufolge der Emissionsfaktor $44/(2 \cdot 14) \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$ ist, wenn die Düngermenge als N angegeben ist ($M_{\text{CO}_2} = 44 \text{ g mol}^{-1}$, $M_{\text{N}} = 14 \text{ g mol}^{-1}$).

Uncertainty of emission factor

The emission factor is exact.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Der Emissionsfaktor ist genau.

11.2 Application of animal manures / Wirtschaftsdüngeranwendung

NH₃ emissions from the application of animal manures are calculated in using the methodologies provided in the chapters dealing with animal husbandry (Chapters 4 to 10.5).

NH₃-Emissionen aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern werden unter Verwendung der Methoden zur Erfassung der Emissionen aus der Tierhaltung (Kapitel 4 bis 10.5) berechnet.

11.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

11.2.1.1 Nitrogen from German animal husbandry returned to soil / Stickstoff-Einträge in die Böden aus der deutschen Tierhaltung

The N inputs resulting from the application of manure are calculated for each animal category according to the detailed methodology using the mass flow concept (see Chapter 3.5). It considers the amounts of N imported into the system both from excreta and straw and the emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂.

N inputs to soil from buffalo, goats, and mules and asses are not taken into account for these calculations. This is because for goats as well as mules and asses, no spatial disaggregation is available. The amount of N originating from buffalo manures is taken to be irrelevant.

The uncertainty of N amounts returned to soil by manure application has not known. An order of magnitude of 30% is assumed (normal distribution). The uncertainty is interpreted as the standard deviation of a normal distribution

Die aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern resultierenden N-Einträge werden für jede Tierkategorie nach einem detaillierten Verfahren berechnet, das anhand des Massenfluss-Konzeptes (vgl. Kapitel 3.5) die ins System gelangenden N-Mengen aus Ausscheidungen und Stroh und die Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂ berücksichtigt.

Die N-Einträge aus der Haltung von Büffeln, Ziegen, Eseln und Maultieren werden wegen ihres fehlenden Flächenbezuges (Ziegen, Esel und Maultiere) bzw. wegen der geringen Mengen (Büffel) nicht berücksichtigt.

Die Unsicherheit von N-Einträgen durch die Ausbringung von Wirtschaftsdünger ist unbekannt. Die Größenordnung von 30 % wird angenommen. Die Unsicherheit wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

11.2.1.2 Nitrogen imports with animal manures / Stickstoff-Importe mit Wirtschaftsdüngern

Dutch statistics (e.g. Centraal Bureau voor de Statistiek, 2007) and preceding publications show that remarkable amounts of manures are exported (Tabel 3.19b, Transport van stikstof in de form van dierlijke mest. Buitenland). According to Dutch experts these manures are preferably sold to Germany (expert judgement Luesink, LEI, Den Haag). Thus they are considered an additional source.

For details see Chapter 10.6

With respect to the uncertainties of activity data, the statement for the amounts of manure applied is transferred to imports (Chapter 11.2.1.1).

Die niederländische Statistik (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2007) weist wie in den Vorjahren beträchtliche Wirtschaftsdüngerexporte aus (Tabel 3.19b, Transport van stikstof in de form van dierlijke mest. Buitenland). Der Export erfolgt nach niederländischer Expertenmeinung (Expertenurteil Luesink, LEI, Den Haag) im Wesentlichen nach Deutschland, wo er als zusätzliche Quelle zu berücksichtigen ist.

Zu Einzelheiten siehe Kapitel 10.6.

Hinsichtlich der Unsicherheit der Aktivitätsdaten werden die Aussagen für Wirtschaftsdüngermengen übernommen (Kapitel 11.2.1.1).

11.2.2 Emissions of N₂O, NO and N₂/N₂O-, NO- and N₂-Emissionen

11.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

N₂O, NO and N₂ emissions are related to the amount of manure N and calculated in analogy to mineral fertilisers (see Chapter 11.1.2.2) as follows:

N₂O, NO und N₂-Emissionen werden auf die Menge des eingetragenen Dünger-N bezogen und in Analogie zu Mineraldüngern (s. Kapitel 11.1.2.2) wie folgt berechnet:

For N₂O, a Tier 1 approach is used according to IPCC(2006)-11.6 ff due to the fact that emission factors for various sources of manure nitrogen are still not available.

For NO, the simpler methodology described in EMEP(2007)-B1010-15 is applied.

Dinitrogen emissions are estimated using a national approach (see Chapter 11.1.2.2.2).

The following equations are used (for the emission factors see Chapter 11.2.2.2):

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{man}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{man}, \text{N}_2\text{O}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (11.8)$$

$$E_{\text{NO}, \text{man}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{man}, \text{NO}} \cdot \gamma_{\text{NO}} \quad (11.9)$$

$$E_{\text{N}_2, \text{man}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{man}, \text{N}_2} \quad (11.10)$$

where

$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{man}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (application of manure) (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{\text{NO}, \text{man}}$	emission flux of NO directly emitted from soils (application of manure) (in Gg a ⁻¹ NO)
$E_{\text{N}_2, \text{man}}$	emission flux of N ₂ directly emitted from soils (application of manure) (in Gg a ⁻¹ N ₂)
m_{man}	amount of nitrogen in animal manures spread (in Gg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{man}}$	emission factor for N ₂ O (in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{\text{NO}, \text{man}}$	emission factor for NO (in kg kg ⁻¹ NO-N)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$EF_{\text{N}_2, \text{man}}$	emission factor for N ₂ (in kg kg ⁻¹ N ₂ -N)

11.2.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

N₂O and NO emission factors were obtained from the following sources:

Nitrous oxide

Tier 1 methodology: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology: Stehfest and Bouwman (2006), see Chapter 11.1.2.2.2

$$EF_{\text{fert}, \text{NO}} = 0.012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Dinitrogen

Simpler methodology: national EF , see Chapter 11.1.2.2.2

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2} = 0.1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

The IPCC 1996 emission factor ($EF_1 = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) represents the poor knowledge available at the time. The emission factor derived for IPCC 2006 ($EF_1 = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) includes the knowledge gained since then (see date of publications listed in IPCC 2006, Table 11.1, and footnote 8).

However, the IPCC 2006 emission factor is

Für N₂O wird ein Stufe-1-Verfahren nach IPCC(2006)-11.6 ff angewandt, da Emissionsfaktoren für die einzelnen Wirtschaftsdünger nicht verfügbar sind.

NO-Emissionen werden nach dem einfachere Verfahren aus EMEP (2007)-B1010-15 berechnet.

Distickstoff-Emissionen werden nach einem nationalen Verfahren geschätzt (siehe Kapitel 11.1.2.2.2).

Die folgenden Gleichungen werden benutzt (zu den Emissionsfaktoren siehe Kapitel 11.2.2.2):

N₂O- und NO-Emissionsfaktoren wurden den folgenden Quellen entnommen:

Distickstoffoxid (Lachgas)

Stufe -1- Verfahren: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren: Stehfest und Bouwman (2006), siehe Kapitel 11.1.2.2.2

$$EF_{\text{fert}, \text{NO}} = 0,012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Distickstoff

Einfacheres Verfahren: nationaler EF , siehe Kapitel 11.1.2.2.2

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2} = 0,1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Der in IPCC 1996 genannte Emissionsfaktor ($EF_1 = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) entsprach dem damaligen geringen Wissensstand. Dagegen schließt der in IPCC 2006 beschriebene Faktor ($EF_1 = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) das seitdem hinzugewonnene Wissen ein (siehe die in IPCC 2006, Tabelle 11.1 aufgelistete Literatur sowie die dortige Fußnote 8).

unlikely to be representative of conditions in Germany.

A review of field data in Germany (Jungkunst et al. 2006) resulted in emission factors ranging from 0.0018 to 0.1554 kg kg⁻¹ N₂O-N with a median above 0.01 kg kg⁻¹ N₂O-N, uncorrected for background emissions and N input from crop residues.

This observational evidence suggests that the original higher emission factor of IPCC 1996 is likely to be more appropriate for German conditions than the smaller emission factor of IPCC 2006.

Uncertainty of emission factors

Nitrous oxide

IPCC(1996)-4.89, Table 4-18, lists an uncertainty range for this emission factor of 0.0025 to 0.0225 kg kg⁻¹ N. The latter is assumed to be the 95 % confidence interval and is used for the calculation of the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory (see Chapter 15.6). Hence, the difference between the upper limit of the confidence interval amounts to 80 % of this emission factor. The same applies to the difference between the lower limit of the confidence interval. The symmetry allows the use of a normal distribution.

Nitric oxide

The order of magnitude is likely to be correct (EMEP 2007-B1010-26). The likely uncertainty factor is 10, its distribution is presumably lognormal.

Dinitrogen

The order of magnitude is likely to be correct. The likely uncertainty amounts to about 1000 %, its distribution is presumably lognormal.

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Emissionsfaktor trifft wohl jedoch auf die deutschen Verhältnisse nicht zu. Eine Zusammenstellung der Feldmessungen in Deutschland (Jungkunst et al., 2006) nennt Emissionsfaktoren von 0,0018 to 0,1554 kg kg⁻¹ N₂O-N mit einem Median über 0,01 kg kg⁻¹ N₂O-N (ohne Korrektur für Hintergrundemissionen und Emissionen aus Pflanzenrückständen).

Die Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass der höhere Faktor in IPCC 1996 die deutschen verhältnisse besser beschreibt als der kleinere Faktor in IPCC 2006.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid (Lachgas)

In IPCC(1996)-4.89, Tabelle 4-18, wird für den Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,0025 bis 0,0225 kg kg⁻¹ N angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst und der Berechnung der Gesamtunsicherheit im Treibhausgasinventar (s. Kapitel 15.6) zugrundegelegt. Somit entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 80 % dieses Emissionsfaktors. Gleiches gilt für das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor. Aufgrund der Symmetrie wird Normalverteilung angenommen.

Stickstoffmonoxid

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich richtig (EMEP 2007-B1010-26). Wahrscheinlich ist ein Unsicherheitsfaktor von 10; die Verteilung ist wahrscheinlich lognormal.

Distickstoff

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich richtig. Die Unsicherheit beläuft sich wahrscheinlich auf 1000 %, die Verteilung ist wahrscheinlich lognormal.

11.3 Application of sewage sludge / Ausbringung von Klärschlämmen

Sewage waste used in agriculture is treated in the same way as manures and the emissions are calculated accordingly.

IPCC(2006)-11.7 considers N inputs with sewage sludge as sources of both direct and indirect N₂O emissions.

The direct emissions are dealt with in this chapter. For the indirect emissions see Chapter 12.4.

Im Zusammenhang mit Wirtschaftsdüngern werden auch die Emissionen von N-Spezies aus der Anwendung von Klärschlämmen auf landwirtschaftliche Flächen berechnet.

IPCC(2006)-11.7 sieht die Berücksichtigung bei den direkten und den indirekten N₂O-Emissionen vor.

Die direkten Emissionen werden in diesem Kapitel behandelt. Zu den indirekten Emissionen siehe Kapitel 12.4.

11.3.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amounts of N applied with sewage sludge to agricultural systems are assessed from the amounts produced in each single federal state (Schultheiß et al., 2000, and references cited therein; MNULV, 2001), the portion which is applied to agricultural soils, and the respective N content (DWA, 2004) according to:

Die N-Mengen, die mit Klärschlämmen in landwirtschaftliche Systeme eingetragen werden, ergeben sich aus dem Klärschlamm-Aufkommen je Bundesland (Schultheiß et al., 2000, und dort zit. Lit.; MNULV 2001), dem Anteil, der landwirtschaftlich verwertet wird, und dem jeweiligen N-Gehalt der Schlämme (DWA, 2004) gemäß:

$$F_{SS} = m_{SS} \cdot x_{agr} \cdot x_{FS} \cdot (x_{WS} \cdot c_{N,WS} + x_{DHS} \cdot c_{N,DHS} + x_{LS} \cdot c_{N,LS} + x_{DS} \cdot c_{N,DS}) \quad (11.11)$$

where

F_{SS}	nitrogen input with sewage sludge (in Mg a ⁻¹ N)
m_{SS}	sewage sludge produced (national total) (in Mg a ⁻¹ DM)
x_{agr}	fraction of sewage sludge applied in agriculture (in Mg Mg ⁻¹)
x_{FS}	fraction of sewage sludge applied in a single federal state (in Mg Mg ⁻¹)
x_{WS}	fraction of wet sewage sludge (in Mg Mg ⁻¹)
$c_{N,WS}$	nitrogen content of wet sewage sludge (in Mg Mg ⁻¹ N)
x_{DHS}	fraction of dehydrated sewage sludge (in Mg Mg ⁻¹)
x_{LS}	fraction of limed sewage sludge (in Mg Mg ⁻¹)
x_{DS}	fraction of dried sewage sludge (in Mg Mg ⁻¹)

A data set which was derived from this information was provided by Umweltbundesamt (Section III 3.3). These data are generated for reporting of the recycling of sewage sludge to the EU in compliance with directive 86/278/EEC (EEC, 1986). The reporting frequency is once in three years.

Table 11.5 and Table 11.6 give a review on the raw data available.

Die hieraus abgeleiteten Daten werden vom Umweltbundesamt bereitgestellt (Fachgebiet III 3.3). Die Daten werden für die Berichtspflicht gegenüber der EU zu Verwertung von Klärschlämmen erarbeitet. Rechtsgrundlage ist die Richtlinie 86/278/EWG (EEC, 1986). Die Berichte werden dreijährlich erstellt.

Table 11.5 und Table 11.6 geben einen Überblick über die verfügbaren Rohdaten.

Data gap closure

Both the amounts of sewage sludge produced and the amounts used in agriculture are available as incomplete time series as national totals for the time between 1991 and 2000. For 1995 and since 1998, data for single Federal States is available.

In the time series for national activities, missing data were replaced by those from previous years. For 1990, data from 1991 were used.

The missing N contents before 1998 were replaced

Schließen von Datenlücken

Klärschlamm-Mengen und landwirtschaftlich genutzte Klärschlamm-Mengen liegen seit 1991 als unvollständige Zeitreihen für das gesamte Bundesgebiet vor. Für 1995 und seit 1998 sind Daten für Bundesländer verfügbar.

Bei den Zeitreihen der nationalen Aktivitäten wurden fehlende Werte durch Vorjahreswerte ersetzt. Für 1990 wurde der Wert für 1991 angesetzt.

Für die fehlenden N-Gehalte der Schlämme vor

by the mean concentrations from 1998 for each Federal State.

In the Federal State of Mecklenburg-Vorpommern the amount of sewage sludge was available for 2000, but not the respective N content. The N content of 1999 was combined with the amount to estimate the amount of N applied.

The missing information of the amount of sewage sludge applied in the Federal States from 1990 until 1994 and 1996 until 1997 were replaced in the following way: the proportion of the amount applied in each federal state in 1995 of the total amount of sewage sludge applied in 1995 in Germany was multiplied by the amount of sewage sludge that was applied in the whole of Germany in the missing years. Multiplying by the N contents allowed to complete the N amount applied in the concerning years in the Federal States.

The data provided by the City States were too incomplete to be utilised.

1998 wurde in den Ländern jeweils der Wert von 1998 angenommen.

In Mecklenburg-Vorpommern war für das Jahr 2000 die Klärschlamm Menge, aber kein N-Gehalt verfügbar. Hier wurde der N-Gehalt von 1999 eingesetzt und die ausgebrachte N Menge vervollständigt.

Die fehlenden Angaben der ausgebrachten Menge an Klärschlämmen in den Ländern von 1990 bis 1994 und 1996 bis 1997 wurden folgendermaßen ersetzt: der Anteil der 1995 im jeweiligen Bundesland ausgebrachten Menge an der insgesamt 1995 in Deutschland ausgebrachten Klärschlammmenge wurde mit der in den fehlenden Jahren in ganz Deutschland ausgebrachten Klärschlammmenge multipliziert. Durch Multiplikation mit den N-Gehalten konnte dann auch die ausgebrachte N Menge in den betroffenen Jahren für die Bundesländer vervollständigt werden.

Die Informationen zu den Stadtstaaten waren so unvollständig, dass sie nicht ausgewertet wurden.

Table 11.5: Sewage sludge applied within agriculture (in Gg a⁻¹ dry matter) (statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW						106			83	83	76	63	52	52	39	28	19	8	
BY						159			141	138	128	98	86	84	73	63	60	57	
BB						16			26	23	20	17	21	17	17	15	16	17	
HE						76			68	67	63	64	55	58	53	42	43	51	
MV						9			22	29	32	31	27	25	26	46	46	35	
NS						198			173	179	176	157	164	170	162	152	149	144	
NW						168			146	157	166	128	133	126	121	117	107	101	
RP						57			56	57	65	69	66	64	63	64	61	61	
SL						6			4	5	5	5	5	5	5	5	4	7	
SN						10			1	7	8	5	5	6	2	4	4	4	
ST						22			37	26	29	28	23	27	26	22	21	16	
SH						81			67	70	70	73	73	69	65	66	61	63	
TH						6			6	8	8	7	7	11	12	11	10	10	
StSt						20			13	14	16	12	10	10	9	9	11	11	
Germany		732	699			941		910	842	862	862	759	727	723	672	645	613	583	

Source: Umweltbundesamt, reports to EU; Schultheiß et al., 2000.

Table 11.6: Sewage sludge, nitrogen content (in g kg⁻¹ N, related to dry matter) (statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
BW									28.2	29.2	32.2	34.1	38.9	35.1	40.8	36.4	36.1	42.1	
BY									39.0	36.0	39.5	40.4	39.9	42.1	44.6	47.1	45.8	45.2	
BB									36.8	43.8	33.9	37.0	39.6	41.9	46.1	48.2	55.6	53.2	
HE									30.5	29.8	29.6	27.7	30.6	31.6	32.0	34.3	33.2	31.6	
MV									48.1	50.5		51.4	51.0	57.3	54.1	46.9	46.9	43.9	
NS									53.6	53.7	55.3	56.3	56.4	56.1	56.8	58.4	60.6	65.3	
NW									35.0	36.0	31.0	33.0	29.0	32.0	32.0	33.0	29.0	33.8	
RP									33.9	31.5	33.1	31.1	34.4	36.8	37.2	39.1	39.7	39.7	
SL									42.4	42.0	40.5	44.1	44.2	50.7	46.6	45.1	42.6	44.8	
SN									30.0	26.0	27.0	36.0	25.0	22.0	37.0	35.0	35.0	35.0	
ST									32.7	30.5	29.5	44.7	29.5	42.6	43.5	38.3	43.2	37.0	
SH									17.3	6.2	26.0	27.0	25.0	24.0	28.0	27.0	37.0	30.0	
TH									29.0	33.0	31.0	33.0	36.0	38.0	35.0	35.0	40.0	37.0	
StSt																			
Germany									37.5	36.6	38.3	39.4	38.8	40.5	42.0	42.5	43.9		

Source: Umweltbundesamt, reports to EU; Schultheiß et al., 2000.

Uncertainty of activity data

The uncertainty is not known. The preliminary assumption is that officially recorded data do not devi-

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit ist unbekannt. Vorläufig wird angenommen, dass offiziell gemeldete Mengen mit

ate more than 20 %, with a mean of 10 %. The N contents reported should have a similar uncertainty. A normal distribution is assumed.

einem Fehler von höchstens 20 %, im Mittel von 10 % behaftet sind. Die Unsicherheit der N-Gehalte sollte in der gleichen Größenordnung liegen. Die Verteilung ist normal.

11.3.2 *N₂O Emissions / N₂O-Emissionen*

11.3.2.1 *The method applied / Angewandte Methode*

IPCC(2006)-11.7 provides a Tier 1 methodology with the following equation:

IPCC(2006)-11.7 gibt ein Stufe-1-Verfahren mit folgender Gleichung vor:

$$E_{N_2O, SS} = F_{SS} \cdot x_{GASM} \cdot EF_{N_2O, SS} \cdot \gamma_{N_2O} \quad (11.12)$$

where

$E_{N_2O, SS}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (application of sewage sludge) (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
F_{SS}	amount of nitrogen spread with sewage sludge (in Gg a ⁻¹ N)
x_{GASM}	fraction of N lost as NH ₃ and NO (in kg kg ⁻¹ N)
$EF_{N_2O, SS}$	emission factor for N ₂ O (application of sewage sludge) (in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N, see Chapter 11.3.2.2)
γ_{N_2O}	mass conversion factor ($\gamma_{N_2O} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

11.3.2.2 *Emission factors / Emissionsfaktoren*

Nitrous oxide

Tier 1 methodology: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{fert, N_2O} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Distickstoffoxid (Lachgas)

Stufe-1-Verfahren: IPCC(2006)-11.11

$$EF_{fert, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

IPCC 1996 (pg. 4.89) recommends not to calculate emissions (“...except for sewage sludge application.... These sources ... are not estimated because emissions are negligible or data are insufficient.”).

In IPCC 2000, the knowledge gained recommended to treat sewage sludge in the same way as mineral fertiliser and animal manure.

There is no obvious reason for a treatment of sewage sludge different from that of other N intakes. Hence, this inventory uses the IPCC 1996 emission factor (0.0125 kg kg⁻¹ N₂O-N).

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

IPCC 1996 empfiehlt, Emissionen aus der Anwendung von Klärschlämmen nicht zu berechnen (IPCC 1996, pg. 4.89: “...except for sewage sludge application.... These sources ... are not estimated because emissions are negligible or data are insufficient.”)

In IPCC 2000 führt die aktuellere Erkenntnis zur Empfehlung, Klärschlämme wie Mineral- und Wirtschaftsdünger zu behandeln

Es gibt keinen erkennbaren Grund, dieser Empfehlung nicht zu folgen. Dieses Inventar benutzt daher den Emissionsfaktor von 0,0125 kg kg⁻¹ N₂O-N wie in IPCC 1996.

Uncertainty of the emission factor

The application of the emissions factor for mineral fertilisers appears to be plausible.

IPCC(1996)-4.89, Table 4-18, lists an uncertainty range for this emission factor of 0.0025 to 0.0225 kg kg⁻¹ N. The latter is assumed to be the 95 % confidence interval and is used for the calculation of the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory (see Chapter 15.6). Hence, the difference between

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Anwendung des allgemein für mineralische N-Einträge verwendeten Faktors für Klärschlämme erscheint plausibel.

In IPCC(1996)-4.89, Tabelle 4-18, wird für den Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,0025 bis 0,0225 kg kg⁻¹ N angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst und der Berechnung der Gesamtunsicherheit im Treibhausgasinventar (s. Kapitel 15.6) zugrundegelegt. Somit entspricht das Inter-

the upper limit of the confidence interval amounts to 80 % of this emission factor. The same applies to the difference between the lower limit of the confidence interval. The symmetry allows the use of a normal distribution.

vall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 80 % dieses Emissionsfaktors. Gleiches gilt für das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor. Aufgrund der Symmetrie wird Normalverteilung angenommen.

11.4 Histosols (managed organic soils) / Bewirtschaftete organische Böden (ehem. Moorflächen)

The agricultural use of histosols results in nitrous oxide losses due to degradation. The amount emitted strongly depends on soil type, intensity of management and climate.

Die Bewirtschaftung organischer Böden führt zu Distickstoffoxid-Verlusten als Folge ihrer Degradierung. Das Ausmaß dieser Emissionen hängt stark vom Bodentyp, der Intensität der Nutzung und Klima ab.

11.4.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The calculation procedure relates losses to the managed area only.

The area of cultivated histosols is not officially recorded at present (cf Dämmgen and Grünhage, 2002). FAO (1991) as cited in IPCC(1996)-3-4.93 does not provide data for Germany. JRC-SRI (2000) name areas of $0 \cdot 10^3$ ha for arable land and $316 \cdot 10^3$ ha for grassland.

The areas given by Steffens (1996) are of the same order of magnitude as those used here; however, details vary.

The database used was derived from an intersection of soil type associations LBAs 6 and 7 (as given in the German soil map BUEK1000) with map of IPCC landuse categories of Germany based on the digital base landscape model Basis-DLM. The latter is based on the status of September 2007. The data have a spatial resolution of ± 3 m. For this task they were aggregated to be compatible with the German districts. They originate from the data preparation used to establish the emission inventory for landuse and landuse change¹⁸.

A time series is initiated by this dataset.

Das Rechenverfahren bezieht die Verluste ausschließlich auf die bewirtschaftete Fläche.

Für die Fläche organischer Böden gibt es keine offiziellen Daten (vgl. Dämmgen and Grünhage, 2002). Die in IPCC(1996)-3-4.93 zitierte Quelle (FAO, 1991) gibt keinen Aufschluss über deutsche Flächen. JRC-SRI (2000) geben für Ackerland mit organischen Böden $0 \cdot 10^3$ ha an, für Grünland $316 \cdot 10^3$ ha.

Die bei Steffens (1996) angegebenen Flächen liegen in der gleichen Größenordnung wie die hier verwendeten; Abweichungen im Detail sind möglich.

Die verwendete Datenbasis wurde durch eine Überschneidung der Leitbodenassoziation BAS 6 und 7 der Bodenübersichtskarte BUEK 1000 mit der aus dem Basis-DLM abgeleiteten Karte der IPCC-Landnutzungskategorien basierend auf dem Stand September 2007 gewonnen. Die Daten haben eine räumliche Auflösung von ± 3 m und wurden auf Landkreisebene aggregiert. Sie wurden aus den, für die Erstellung der Emissionsinventare zu Landnutzungs- und Landnutzungsänderung erarbeiteten Werten übernommen¹⁸.

Eine Zeitreihe wird mit diesen Daten begonnen.

Uncertainty of activity data

The scale of the soil map (1 in 1.000.000) omits small structural features.

Binding estimates of the uncertainty of these data are not yet available. Temporarily, an uncertainty (standard deviation) of 10 % and a normal distribution are assumed.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Durch Verwendung der Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 werden keine kleinen Strukturelemente abgebildet.

Verbindliche Aussagen zur Unsicherheit der Daten können noch nicht gemacht werden. Angenommen wird eine Unsicherheit (Standardabweichung) von 10 % mit normaler Verteilung.

11.4.2 Emissions of N_2O / N_2O -Emissionen

11.4.2.1 The method applied / Angewandte Methode

IPCC(2006)-11.6 ff describes a simpler methodology.

IPCC(2006)-11.6 ff beschreibt ein einfacheres Verfahren:

$$E_{N_2O, \text{ hist}} = A_{\text{ hist}} \cdot EF_{N_2O, \text{ hist}} \cdot \beta \quad (11.13)$$

¹⁸ Elaborated by vTI AG-EI and described in annex to NIR 2008

where

$E_{N_2O, hist}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
A_{hist}	area of histosols (in ha)
$EF_{N_2O, hist}$	emissions factor for N ₂ O emissions from cultivated organic soils ($EF_{N_2O, hist} = 8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.4.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

Simpler methodology:

Calculation according to IPCC(2006)-11.10 f using an emission factor of $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

IPCC 2000, Table 4.17, states that N₂O emissions from organic soils shall be related to the respective area using an emission factor $EF_2 = 8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ instead of $EF_2 = 5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ as proposed in IPCC 1996.

The emission factor given in IPCC 2000 and 2006 exceeds that of IPCC 1996.

Uncertainty of emission factor

IPCC(2006)-11.11 lists an uncertainty range from $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ to $24 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$. The latter is assumed to be the 95 % confidence interval.

This interval is used to describe the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory (see Chapter 15.6) according to IPCC(2006)-6.14, and amounts to 200 % of the emission factor.

The difference between the lower limit of the confidence interval and the emission factor is 75 % of the emission factor used.

A lognormal distribution is assumed.

Einfacheres Verfahren:

Berechnung nach IPCC(2006)-11.10 f mit einem Emissionsfaktor von $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

IPCC 2000 stellt fest, dass N₂O-Emissionen aus organischen Böden auf die entsprechende Fläche mit einem Emissionsfaktor $EF_2 = 8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ anstelle von $EF_2 = 5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$, wie dies in IPCC 1996 empfohlen wurde

Der in IPCC 2000 und 2006 angegebene Emissionsfaktor ist größer als der in IPCC 1996 beschriebene.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

In IPCC(2006)-11.11 gibt einen Unsicherheitsbereich zwischen $2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ und $24 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ an, der als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst wird.

Damit entspricht das nach IPCC (2000)-6.14 in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (s. Kap. 15.6) eingehende Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 200 % des Emissionsfaktors. Das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor beträgt 75 % des verwendeten Emissionsfaktors. Es wird von einer lognormalen Verteilung ausgegangen.

11.5 Methane deposition / Methan-Deposition

Soil bacteria are able to oxidise CH₄. The rate of oxidation depends on the microbial activity and the availability of reduced N.

Bodenbakterien können CH₄ veratmen. Die Menge ist eine Funktion der mikrobiellen Aktivität und des Angebots an reduziertem N.

11.5.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Areas under cultivation are reported for arable land and permanent grassland by official statistics for each year (StatBA FS 3, R 3.1.2) (before 2005: FS 3, R 1.1.1)

Anbauflächen (Ackerland, Dauergrünland) werden vom Statistischen Bundesamt für jedes Jahr erfasst und berichtet (StatBA FS 3, R 3.1.2) (vor 2005: FS 3, R 1.1.1)

Uncertainty of activity data

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative judgements do not exist (communicated by Statistisches Bundesamt).

Quantitative Aussagen liegen nicht vor. (Mitt. Statistisches Bundesamt).

An uncertainty of < 5 % is assumed, distribution normal.

Angenommen wird eine Unsicherheit von < 5 % mit Normalverteilung.

11.5.2 Assessment of CH₄ deposition / Bestimmung der CH₄-Deposition

11.5.2.1 The method applied / Angewandte Methode

The calculation procedure relates the deposition D_{CH_4} to the area and differentiates between grassland and arable land.

Das Rechenverfahren bezieht die Deposition D_{CH_4} auf die Fläche und unterscheidet zwischen Grünland- und Ackerland-Böden.

$$D_{CH_4} = -E_{CH_4} = -(A_{grass} \cdot EF_{CH_4, grass} + A_{arable} \cdot EF_{CH_4, arable}) \cdot \beta \quad (11.14)$$

where

D_{CH_4}	CH ₄ deposition/consumption (in Gg a ⁻¹ CH ₄)
E_{CH_4}	CH ₄ emission (in Gg a ⁻¹ CH ₄)
A_{grass}	area of grassland (in ha)
A_{arable}	area of arable land (in ha)
$EF_{CH_4, grass}$	emission factor for grassland (negative) ($EF_{CH_4, grass} = 2.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ CH}_4$)
$EF_{CH_4, arable}$	emission factor for arable land (negative) ($EF_{CH_4, arable} = 1.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ CH}_4$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.5.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

EMEP(2007)-B1010-16 provisionally recommends the use of an "emission factor" of -0.5 kg ha⁻¹ a⁻¹. However, a literature review by Boecks and Van Cleemput (2001) suggests a differentiated consumption factor for arable and grassland. The consumption factors given there are 1.5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ for arable land and 2.5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ for grassland soils.

EMEP(2007)-B1010-16 sieht die versuchsweise Anwendung eines „Emissionsfaktors“ von -0,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ vor. Die Literaturrecherche von Boeckx und Van Cleemput (2001) ergab, dass eine Differenzierung nach Acker- und Grünlandflächen sinnvoll und angemessen ist. Verwendet wurden die dort angegebenen Konsumptionsfaktoren von 1,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ für Ackerböden und 2,5 kg ha⁻¹ a⁻¹ CH₄ für Grünlandböden.

Reporting of methane deposition rates in the greenhouse gas inventory

Zur Berichterstattung von Methan-Depositionen im Treibhausgas-Inventar

The assessment of CH₄ consumption rates is described in EMEP(2003). With respect to policy advice it is calculated according to the state of knowledge.

The sink strength of soils with respect to CH₄ consumption is affected by N fertilisation. During the process of the drawing up of IPCC(2000) no agreement could be found for an adequate description (communicated by Annette Freibauer, co-ordinating lead author of the respective chapter in IPCC(2000)).

This is why the greenhouse gas inventory does not into account CH₄ consumption.

Uncertainty of emission factors

EMEP(2007)-B1010-26 suggests an uncertainty of 100 %. With the alterations made, we assume an uncertainty of 50 % to be adequate. (see also Smith et al., 2000), distribution normal.

Die Quantifizierung der CH₄-Konsumption von Böden ist bei EMEP(2003) beschrieben. Zum Zweck der Politikberatung wird sie nach dem Stand des Wissens ermittelt.

Die Senkenstärke der Böden für die natürliche CH₄-Konsumption wird durch N-Düngung reduziert. Hierüber konnte im Rahmen der Erstellung von IPCC (2000) kein Konsens gefunden werden (Mitteilung von Annette Freibauer, koordinierende Erstautorin des entsprechenden Abschnittes in IPCC(2000)).

Aus diesem Grund wird die CH₄-Konsumption im Treibhausgas-Inventar nicht berücksichtigt.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2007)-B1010-26 schlägt einen Fehler von 100 % vor. Angesichts der vorgenommenen Änderungen halten wir eine Unsicherheit von 50 % für angemessen (siehe auch Smith et al., 2000), Verteilung normal.

11.6 Non-methane volatile organic compounds from agricultural plants / Flüchtige organische Stoffe außer Methan aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen

To a lesser extent, agricultural plants emit non-methane organic compounds to the atmosphere. The chemical composition and the amount emitted depend on the crop grown and the area under cultivation.

Landwirtschaftliche Nutzpflanzen emittieren in geringem Umfang flüchtige organische Stoffe. Art und Menge der emittierten Stoffe ist von der Art des Pflanzenbestandes und der Anbaufläche abhängig.

11.6.1 Activity data / Aktivitätsdaten

For each crop, the area under cultivation is reported by official statistics (StatBA FS 3, R 3.1.2 (before 2005: FS 3, R 1.1.1))

Die Anbauflächen werden für jede Kultur vom Statistischen Bundesamt bereitgestellt (StatBA FS 3, R 3.1.2 (vor 2005: FS 3, R 1.1.1))

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements do not exist (communicated by Statistisches Bundesamt).

An uncertainty of < 5 % is assumed, distribution normal.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen liegen nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

Angenommen wird eine Unsicherheit von < 5 % mit Normalverteilung.

11.6.2 Assessment of NMVOC emissions / Bestimmung der NMVOC-Emission

11.6.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Emissions are calculated for each crop. The respective biomass and the times during which the plants are emitting, are considered. The emission factors include partial emission factors for isoprene, terpenes, alcohols, aldehydes, ketones, ethers and other organic compounds and their contribution to overall emissions.

Although the calculation procedure is rated a simpler methodology in EMEP(2007)-B1010-16, it is regarded to be a first estimate.

Die Emissionen werden für einzelne Kulturen berechnet. Dabei gehen die Biomasse und der Zeitanteil, in dem die Pflanzen emittieren, in die Rechnung ein. Der Emissionsfaktor berücksichtigt die unterschiedlichen Anteile von Isopren, Terpenen, Alkoholen, Aldehyden, Ketonen, Ethern und anderen organischen Verbindungen an der Gesamtemission.

Das Rechenverfahren wird in EMEP(2007)-B1010-16 als einfacheres Verfahren aufgeführt, hat aber lediglich die Qualität einer ersten Schätzung.

$$E_{\text{NMVOC, crop}} = \sum A_i \cdot m_{\text{D},i} \cdot x_{\text{t},i} \cdot EF_{\text{NMVOC},i} \cdot \alpha \cdot \alpha_2 \cdot \beta \quad (11.15)$$

where

$E_{\text{NMVOC, crop}}$	NMVOC emission flux from cropped areas (in Gg a ⁻¹ NMVOC)
A_i	area covered by crop i (in ha)
$m_{\text{D},i}$	mean dry matter of crop i ($m_{\text{D},i} = 2 \text{ kg ha}^{-1}$, EMEP(2007)-B1010-17)
$x_{\text{t},i}$	fraction of year during which crop i is emitting (in a ⁻¹)
$EF_{\text{NMVOC},i}$	NMVOC emission factor for crop i (in kg kg ⁻¹ h ⁻¹ NMVOC, see Chapter 11.6.2.2)
α	time units conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
α_2	time units conversion factor ($\alpha_2 = 24 \text{ h d}^{-1}$)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.6.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

For grassland, wheat and rape, recommendations for the assessment of NMVOC emissions are made in EMEP(2007)-B1010-17.

This inventory makes use of the more detailed set

Für Grünland, Weizen und Raps werden in EMEP(2007)-B1010-17 erste Angaben über NMVOC-Emissionen gemacht.

In diesem Inventar wird auf den ausführlicheren

of emission factors provided by König et al. (1995).

In order to get a more realistic view of the order of magnitude of these emissions, the emission factor for wheat was also applied to rye and triticale for the time being.

The emission factors used are compiled in Table 11.7.

Satz von Emissionsfaktoren von König et al. (1995) zurückgegriffen.

Um die Größenordnung der Emissionen insgesamt besser abschätzen zu können, wurde vorläufig der Emissionsfaktor für Weizen auch auf Roggen, Gerste und Triticale angewendet.

Die Emissionsfaktoren sind in Table 11.7 zusammengestellt.

Table 11.7: Agricultural crops, NMVOC emission factors and duration of emission
($EF_{\text{NMVOC}, i}$ in $\text{kg kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ NMVOC; fraction of year, in a^{-1})

Crop	isoprene	terpenes	alcohols	aldehydes	ketones	ethers and others	fraction of year emitting
wheat			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
rye			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
winter barley			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
spring barley			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
oat							
triticale			$8.0 \cdot 10^{-10}$	$2.8 \cdot 10^{-9}$	$2.2 \cdot 10^{-9}$	$5.1 \cdot 10^{-9}$	0.3
grain maize							
maize for silage							
rape		$7.5 \cdot 10^{-8}$	$5.2 \cdot 10^{-8}$	$1.1 \cdot 10^{-8}$		$6.4 \cdot 10^{-8}$	0.3
sugar beet							
fodder beet							
clover, clover gras mixtures, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)							
alfalfa							
grass (incl. pastures and meadows)	$2 \cdot 10^{-10}$	$6.3 \cdot 10^{-9}$	$7.5 \cdot 10^{-10}$	$1.3 \cdot 10^{-9}$		$1.8 \cdot 10^{-9}$	0.5
potatoes							

Uncertainty of emissions factors

EMEP(2007)-B1020-27 uses a factor of 30 to describe the uncertainty of NMVOC emissions. As the activity data involved show a comparatively small uncertainty (see Chapter 11.6.1), the overall uncertainty is to a large extent the result of uncertain emission factors. Hence the uncertainty of the emission factors themselves is assumed to be in the order of magnitude of 30.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2007)-B1020-27 gibt für die Unsicherheit von NMVOC-Emissionen den Faktor 30 an. Diese Unsicherheit wird in Anbetracht der relativ niedrig eingeschätzten Unsicherheit der Aktivitätsdaten (s. Kapitel 11.6.1) im Wesentlichen durch die Unsicherheit der Emissionsfaktoren bestimmt. Somit ist von einem Unsicherheitsfaktor für die Emissionsfaktoren, auszugehen, der wie der der Emissionen selbst in der Größenordnung von 30 liegt.

11.7 Emissions of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) from arable agriculture / Staub (PM₁₀ und PM_{2,5})-Emissionen aus der Bewirtschaftung von Ackerland

During cultivation of arable and grassland, particulate matter is emitted. Both the amount and the frequency distribution of particle diameters depend on the emitting process, crop, soil and weather.

At present, no valid guidance is available for the assessment of particle emissions from area sources in agriculture.

The procedure described here allows for a first estimate of the order of magnitude to be expected for these emissions.

Bei der Bewirtschaftung von Ackerland und Grünland werden Stäube emittiert. Die Menge und die Korngrößenverteilung hängen vom Arbeitsvorgang, der Feldfrucht, dem Boden und dem Wetter ab.

Gegenwärtig existiert keine verbindliche Vorschrift zur Berechnung von Staub-Emissionen aus landwirtschaftlichen Flächenquellen.

Das Verfahren erlaubt die Schätzung der Größenordnung, die für Emissionen dieser Art zu erwarten ist.

11.7.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The approach deals with arable land only. The respective areas are provided by official statistics. (StatBA FS 3, R 3.1.2) (before 2005: FS 3, R 1.1.1).

The areas of horticultural land are regarded as arable land.

Das Verfahren schätzt ausschließlich Emissionen aus Ackerland. Das Statistische Bundesamt stellt entsprechende Flächen bereit (StatBA FS 3, R 3.1.2) (vor 2005: FS 3, R 1.1.1)

Die Flächen für Gemüseanbau werden dem Ackerland zugeordnet.

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements do not exist (communicated by Statistisches Bundesamt). An uncertainty (standard deviation) of < 5 % is assumed, distribution normal.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen liegen nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt). Angenommen wird eine Unsicherheit (Standardabweichung) von < 5 % mit Normalverteilung.

11.7.2 Assessment of emissions of particulate matter / Bestimmung der Staub-Emission

11.7.2.1 The method applied / Angewandte Methode

The approach proposed by van der Hoek and Hinz (unpublished) is used.

The calculation procedure is considered a first estimate.

Das Inventar berechnet die Emissionen nach van der Hoek und Hinz (unveröffentlicht).

Das Verfahren wird als eine erste Schätzung angesehen.

$$E_{PM10, crop} = \sum A_a \cdot EF_{PM10, crop} \cdot \beta \quad (11.16)$$

$$E_{PM2.5, crop} = \sum A_a \cdot EF_{PM2.5, crop} \cdot \beta \quad (11.17)$$

where

$E_{PM10, crop}$	PM ₁₀ emission flux from cropped areas (in Gg a ⁻¹ PM ₁₀)
$E_{PM2.5, crop}$	PM _{2.5} emission flux from cropped areas (in Gg a ⁻¹ PM _{2.5})
A_a	area of arable land (in ha)
$EF_{PM10, crop}$	emission factor ($EF_{PM10, crop} = 1.56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{10}$)
$EF_{PM2.5, crop}$	emission factor ($EF_{PM2.5, crop} = 0.06 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{2.5}$)
β	mass units conversion ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)

11.7.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

One single factor each for arable land and horticultural land is provided:

$$EF_{PM_{10}} = 1.56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1};$$

$$EF_{PM_{2.5}} = 0.06 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1};$$

Uncertainty of emissions factors

The order of magnitude is likely to be correct. Thus, the uncertainty of the emission factor is estimated 100 % with a normal distribution.

Einheitlich für alle Ackerflächen und Gemüseanbauflächen werden die folgenden Emissionsfaktoren vorgeschlagen:

$$EF_{PM_{10}} = 1.56 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1};$$

$$EF_{PM_{2.5}} = 0.06 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}.$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Größenordnung stimmt wahrscheinlich. Die Annahmen zu der Unsicherheit der Faktoren werden geschätzt auf 100 % bei normaler Verteilung.

11.8 Intercomparison of N₂O emission factors with those in neighbouring countries / Vergleich von N₂O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten

For the intercomparison of N₂O emission factors with those in neighbouring countries see Chapter 12.6.

Zum Vergleich von N₂O-Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten wird auf Kapitel 12.6 verwiesen.

11.9 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 11.8: Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	NH ₃ , mineral fertiliser	EM1001.01	
		N ₂ O mineral fertiliser	EM1001.02	
		NO, mineral fertiliser	EM1001.07	
		CO ₂ , mineral fertiliser	EM1001.15	
		N ₂ O, animal manure	EM1001.03	
		NO, animal manure	EM1001.08	
		N ₂ O, sewage sludge	EM1001.04	
		N ₂ O, histosols	EM1001.05	
		CH ₄ , deposition	EM1001.13	
		NM VOC, crops	EM1001.14	
		PM ₁₀ , arable land	EM1001.16	
		PM _{2.5} , arable land	EM1001.17	
		Activity data	Aktivitäten	mineral fertiliser
animal manure	AC1001.06			
sewage sludge	AC1001.07			
histosols	AC1001.08			
areas, arable and grassland	AC1001.09			AC1001.14
Emission factors	Emissionsfaktoren	NH ₃ , mineral fertiliser	IEF1001.01	
		N ₂ O mineral fertiliser	IEF1001.02	
		NO, mineral fertiliser	IEF1001.06	
		CO ₂ , mineral fertiliser		
		NH ₃ , animal manure		
		N ₂ O, animal manure	IEF1001.03	
		NO, animal manure	IEF1001.07	
		N ₂ O, sewage sludge	IEF1001.04	
		N ₂ O, histosols	IEF1001.05	
		CH ₄ , deposition	IEF1001.10	
		NM VOC, crops	IEF1001.11	
		PM ₁₀ , arable land	IEF1001.12	
		PM _{2.5} , arable land	IEF1001.13	
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1001.01	AI1001.03

12 Emissions from cultures without fertilisers / Emissionen aus ungedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen

The assessment of emissions from areas without intentional nitrogen fertilisation comprises the following sources:

- biological N fixation: legumes,
- excreta from grazing animals returned to the soil,
- crop residues and
- indirect emissions from depositions of reactive N originating from agriculture.

The emissions are calculated according to the procedures compiled in Table 12.1.

Die Erfassung der Emissionen aus Flächen ohne absichtliche Stickstoff-Düngung berücksichtigt die folgenden Quellen:

- biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau,
- tierische Ausscheidungen auf der Weide,
- Ernterückstände und
- indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem N aus der Landwirtschaft.

Die Berechnung der Emissionen erfolgt nach den in Table 12.1 zusammengestellten Verfahren.

Table 12.1: Cultures without fertilisers, calculation procedures applied

Species	Origin	Tier	Method applied	Resolution in space		Resolution in time
				activities	EF	EF
NH ₃	legumes	2	EMEP	district	national	1 a
N ₂ O, NO	legumes	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO, N ₂	animal grazing	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O, NO	crop residues	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O	indirect, deposition	1	IPCC	district	national	1 a
N ₂ O	indirect, leaching	1	IPCC	district	national	1 a

12.1 Biological N fixation: legumes / Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau

Emissions from N fixation are not considered a key source.

Biological N fixation worth considering takes place in legumes only. First and foremost, emissions of N species from legumes are related to the amount of N fixed. In Germany, this is assumed to be proportional to the area covered with legumes and the plant specific nitrogen fixation rate. The German inventory also takes clover-grass and alfalfa-grass mixtures into account. Double counting of the relevant areas is avoided.

Emissionen aus der N-Fixierung sind keine Hauptquellgruppe.

Biologische N-Fixierung findet in nennenswertem Umfang nur durch Leguminosen statt. Emissionen von N-Spezies beziehen sich in erster Linie auf die Menge des fixierten N. Dieser wird in Deutschland für jede Feldfrucht als proportional der Anbaufläche und der pflanzenspezifischen Fixierungsleistung angesehen. Deutschland berücksichtigt auch die Flächen von Klee-Gras- und Luzerne-Gras-Gemischen. Eine Doppelzählung dieser Mengen wird vermieden.

12.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amount of nitrogen fixed biologically is considered the actual activity. It is obtained from the area cultivated with a legume and the specific fixation rate of this legume.

Area under cultivation:

StatBA FS 3, R 3.1.2 (arable land, permanent grassland) (before 2005: FS 3, R 1.1.1), for each year

The German methodology uses the mean N fixation of legumes listed in Faustzahlen (1993), pg. 477 and SLL (2005), pg. 86:

Als eigentliche Aktivitätsgröße wird der biologisch gebundene Stickstoff angesehen. Er errechnet sich aus den Anbauflächen und den artspezifischen fixierten Mengen je Flächeneinheit.

Anbauflächen:

StatBA FS 3, R 3.1.2 (Ackerland, Dauergrünland) (vor 2005: FS 3, R 1.1.1), für jedes Jahr

Das deutsche Verfahren berücksichtigt die in den Faustzahlen (1993), S. 477 und in SLL (2005), S. 86, gemachten Angaben über die durchschnittliche N-Fixierung von

• pulses	250 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N,	• Hülsenfrüchten	250 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N,
• clover, grass clover and clover alfalfa mixtures	200 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N	• Klee, Klee-Gras- und Klee-Luzerne-Gemischen	200 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N
• alfalfa	300 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N	• Luzerne	300 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N
• horticultural peas	100 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N	• Gemüseeerbsen	100 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N
• horticultural beans	40 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N	• Gemüsebohnen	40 kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N

Uncertainty of activity data

Areas: Quantitative judgements of the areas reported do not exist for Germany (communicated by Statistisches Bundesamt).

EMEP(2007)-B1020-14 assumes that the typical uncertainty falls below 10 %. Assumed are 5 %, distribution: normal.

For N contents of crop residues of legumes the uncertainty is likely to be less than 25 % (EMEP(2007)-B1020-14). The inventory uses an uncertainty of 25 %. Normal distribution is assumed.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Flächen: Quantitative Aussagen zur Genauigkeit der Flächenermittlung liegen für Deutschland nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

EMEP(2007)-B1020-14 geht davon aus, dass der typische Fehler < 10 % ist. Angenommen werden 5 %, Verteilung: normal.

Die N-Gehalte der Ernterückstände in Leguminosen weisen wahrscheinlich eine Unsicherheit (Standardabweichung) von weniger als 25 % auf (EMEP(2007)-B1020-14). Das Inventar geht von 25 % aus. Angenommene Verteilung: normal.

12.1.2 Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies

12.1.2.1 The method applied / Angewandte Methode

A detailed calculation procedure for ammonia is described in (EMEP(2007)-B1020-12). In principle, it is applied to the other gases by analogy.

EMEP(2007)-B1020-12 beschreibt eine detaillierte Methode für Ammoniak. Sie wird sinngemäß auch auf die anderen Gase angewendet.

$$E_{\text{NH}_3, \text{NF}} = \sum A_i \cdot m_{\text{N}, i} \cdot EF_{\text{NH}_3, \text{NF}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NH}_3} \quad (12.1)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{NF}} = \sum A_i \cdot m_{\text{N}, i} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{NF}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (12.2)$$

$$E_{\text{NO}, \text{NF}} = \sum A_i \cdot m_{\text{N}, i} \cdot EF_{\text{NO}, \text{NF}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NO}} \quad (12.3)$$

$$E_{\text{N}_2, \text{NF}} = \sum A_i \cdot m_{\text{N}, i} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{NF}} \cdot \beta \quad (12.4)$$

where

$E_{\text{NH}_3, \text{NF}}$	NH ₃ emission due to nitrogen fixation (in Gg a ⁻¹ of the respective species)
A_i	area of a crop i (in ha)
$m_{\text{N}, i}$	nitrogen fixed by crop i (in kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N)
$EF_{\text{NH}_3, \text{NF}}$	NH ₃ -N emission factor for nitrogen fixation (in kg kg ⁻¹ NH ₃ -N)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)
γ_{NH_3}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NH}_3} = 17/14$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{NF}}$	N ₂ O emission due to nitrogen fixation (in Gg a ⁻¹ of the respective species)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{NF}}$	N ₂ O emission factor for nitrogen fixation (in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
$E_{\text{NO}, \text{NF}}$	NO emission due to nitrogen fixation (in Gg a ⁻¹ of the respective species)
$EF_{\text{NO}, \text{NF}}$	NO emission factor for nitrogen fixation (in kg kg ⁻¹ NO-N)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
$E_{\text{N}_2, \text{NF}}$	N ₂ emission due to nitrogen fixation (in Gg a ⁻¹ of the respective species)
$EF_{\text{N}_2, \text{NF}}$	N ₂ emission factor for nitrogen fixation (in kg kg ⁻¹ N ₂ -N)

12.1.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The following emission factors are used (note that the emission factors for N₂O, NO, and N₂ are adopted from the application of N fertilizers, see Chapter 11.1.2.2.2):

Ammonia

Detailed methodology, EMEP(2007)-B1020-12

$$EF_{N, NH_3} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$$

Nitrous oxide

Simpler methodology, see Chapter 11.1.2.2.2

$$EF_{N, N_2O} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology, see Chapter 11.1.2.2.2

$$EF_{N, NO} = 0.012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Dinitrogen

Simpler methodology: see Chapter 11.1.2.2.2

$$EF_{\text{fert}, N_2} = 0.1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

The IPCC 1996 emission factor used above ($EF_1 = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) represents the poor knowledge available at the time.

However; IPCC 2006, footnote 2, explains that “biological nitrogen fixation has been removed as a direct source of N₂O because of the lack of evidence of significant emissions arising from the fixation process itself”, which results in an $EF_{1, \text{legumes}} = 0 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$.

The submissions of the previous years used the $EF_{1, \text{legumes}}$ recommended in IPCC 2006.

In order to avoid confusion, the 2010 and subsequent submissions use the IPCC 1996 emission factor as given above until further notice.

Uncertainty of emission factors

Ammonia

For the NH₃ emission factor, EMEP(2007)-B1020-14 assumes an uncertainty of 10 %. This value is taken to be the standard deviation within a normal distribution.

Nitrous oxide

IPCC(1996)-4.89, Table 4-18, lists an uncertainty range for this emission factor of 0.0025 to 0.0225 kg kg⁻¹ N. The latter is assumed to be the 95 % confidence interval and is used for the calculation of the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory (see Chapter 15.6). Hence, the difference between the upper limit of the confidence interval amounts to 80 % of this emission factor. The same applies to the difference between the lower limit of the confidence interval.

Folgende Emissionsfaktoren werden verwendet, wobei für N₂O, NO und N₂ auf die Faktoren aus der N-Dünger-Ausbringung (Kapitel 11.1.2.2.2) zurückgegriffen wird:

Ammoniak

Detailliertes Verfahren, EMEP(2007)-B1020-12

$$EF_{N, NH_3} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$$

Distickstoffoxid (Lachgas)

Einfacheres Verfahren, siehe Kapitel 11.1.2.2.2

$$EF_{N, N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren, siehe Kapitel 11.1.2.2.2

$$EF_{N, NO} = 0,012 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Distickstoff

Einfacheres Verfahren: siehe Kapitel 11.1.2.2.2

$$EF_{\text{fert}, N_2} = 0,1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Der in IPCC 1996 angegebene N₂O Emissionsfaktor, der hier zur Anwendung kommt, spiegelt den damaligen (geringen) Stand der Erkenntnis wider.

Dagegen argumentiert IPCC 2006, Fußnote 2, dass die biologische Stickstofffixierung als Quelle für N₂O nicht mehr in Betracht gezogen wird, da es keine Anzeichen für nennenswerte Emissionen aus dem Prozess der Fixierung selbst herrühren. Dies resultiert in einem Emissionsfaktor $EF_{1, \text{legumes}} = 0 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$.

Die Submissionen der vergangenen Jahre benutzten den Faktor $EF_{1, \text{legumes}}$ gemäß IPCC 2006.

Zur Vermeidung von Unklarheiten verwendet das Inventar für 2010 und die Folgejahre bis auf weiteres den oben genannten Emissionsfaktor aus IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Ammoniak

Die Unsicherheit des NH₃-Emissionsfaktors wird nach EMEP(2007)-B1020-14 mit 10 % angesetzt. Dieser Wert wird als Standardabweichung einer Normalverteilung interpretiert.

Distickstoffoxid (Lachgas)

In IPCC(1996)-4.89, Tabelle 4-18, wird für den N₂O-Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,0025 bis 0,0225 kg kg⁻¹ angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst und der Berechnung der Gesamtunsicherheit im Treibhausgasinventar (s. Kapitel 15.6) zugrundegelegt. Somit entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 80 % dieses Emissionsfaktors. Gleiches gilt für das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und ver-

The symmetry allows the use of a normal distribution.

Nitric oxide

The order of magnitude is likely to be correct (EMEP 2007-B1010-26). The likely uncertainty factor is 10, its distribution is presumably lognormal.

Dinitrogen

The order of magnitude is likely to be correct. The likely uncertainty amounts to about 1000 %, its distribution is presumably lognormal.

wendetem Emissionsfaktor. Aufgrund der Symmetrie wird Normalverteilung angenommen.

Stickstoffmonoxid

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich richtig (EMEP 2007-B1010-26). Wahrscheinlich ist ein Unsicherheitsfaktor von 10; die Verteilung ist wahrscheinlich lognormal.

Distickstoff

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich richtig. Die Unsicherheit beläuft sich wahrscheinlich auf 1000 %, die Verteilung ist wahrscheinlich lognormal.

12.2 Emissions from excretions during grazing / Emissionen aus tierischen Ausscheidungen auf der Weide

NH₃ emissions from excretions during grazing are dealt with in Chapters 4 to 8.2 for each animal category and reported under NFR 4D.

The calculation of N₂O, NO and N₂ emissions resulting from animal excreta dropped during grazing is described in the following.

NH₃-Emissionen aus Ausscheidungen beim Weidegang werden in den Kapiteln 4 bis 8.2 für jede Tierkategorie berechnet und unter NFR 4D berichtet.

Die N₂O-, NO- und N₂-Emissionen werden nachfolgend beschrieben.

12.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The N₂O, NO and N₂ emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are considered proportional to the N input with excreta. These N excretions are dealt with in Chapters 4 to 8.2 for each animal category.

N₂O-, NO- und N₂-Emissionen in Folge des Weidegangs werden als der Menge des auf der Weide ausgeschiedenen N proportional angesehen, die in den Kapiteln 4 bis 8.2 für jede Tierkategorie berechnet wird.

Uncertainty of activity data

Animal excreta dropped during grazing are calculated for all relevant animal categories (dairy cows, heifers, suckler cows, sheep, horses). Considering that the N fluxes of importance are described with a comparatively high accuracy, the uncertainty (standard deviation) should be in the order of magnitude of 20 %, with normal distribution.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die auf der Fläche verbliebenen Ausscheidungen werden für alle relevanten Tierkategorien (Milchkühe, Färsen, Mutterkühe, Schafe, Pferde) berechnet. Berücksichtigt man, dass die mengenmäßig bedeutenden N-Flüsse recht genau beschrieben werden, so sollte der Fehler (Standardabweichung) in der Größenordnung von 20 %, normal verteilt, liegen.

12.2.2 Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies

12.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Tier 1 methodologies are provided in EMEP(2007)-B1020-9 and IPCC(2006)-11.6 ff.

For N₂O, NO and N₂, the calculation structure allows to differentiate between animal categories and provides two different emission factors. The same set of equations can be used to calculate emissions according to IPCC(1996), if the two factors are treated as equals (see also the intercomparison of parameters used in IPCC(1996) and IPCC(2006) as discussed in Chapter 12.2.2.2).

The emission factors used are listed in Chapter 12.2.2.2.

Es gibt lediglich Stufe-1-Verfahren (EMEP(2007)-B1020-9 bzw. IPCC(2006)-11.6 ff).

Das Inventar verwendet für N₂O, NO und N₂ eine Gleichungsstruktur nach IPCC (2006), die es ermöglicht, zwei nach Tierkategorien unterschiedene Emissionsfaktoren zu benutzen. Der Gleichungssatz ist unmittelbar auch für IPCC (1996) anwendbar, indem jeweils die beiden Emissionsfaktoren gleich gesetzt werden (siehe auch Vergleich der Parameter von IPCC (1996) und IPCC (2006) in Kapitel 12.2.2.2).

Zu den verwendeten Emissionsfaktoren siehe Kapitel 12.2.2.2.

$$E_{\text{NH}_3, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2}) \cdot EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NH}_3} \quad (12.5)$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 2}) \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (12.6)$$

$$E_{\text{NO}, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} \cdot EF_{\text{NO}, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2} \cdot EF_{\text{NO}, \text{graz}, 2}) \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NO}} \quad (12.7)$$

$$E_{\text{N}_2, \text{graz}} = (m_{\text{N}, \text{graz}, 1} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 1} + m_{\text{N}, \text{graz}, 2} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 2}) \cdot \beta \quad (12.8)$$

where

$E_{\text{NH}_3, \text{graz}}$	NH ₃ emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ NH ₃)
$m_{\text{N}, \text{graz}, 1}$	amount of N excreted during grazing of cattle, buffalo, pigs and poultry (in kg a ⁻¹ N)
$m_{\text{N}, \text{graz}, 2}$	amount of N excreted during grazing of sheep, goats and horses (in kg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}}$	NH ₃ emission factor for grazing ($EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$)
β	mass units conversion ($\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$)
γ_{NH_3}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NH}_3} = 17/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}}$	N ₂ O emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 1}$	N ₂ O emission factor for grazing (cattle, buffalo, pigs and poultry) (in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 2}$	N ₂ O emission factor for grazing (sheep, goats and horses) (in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$E_{\text{NO}, \text{graz}}$	NO emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ NO)
$EF_{\text{NO}, \text{graz}, 1}$	NO emission factor for grazing (cattle, buffalo, pigs and poultry) (in kg kg ⁻¹ NO-N)
$EF_{\text{NO}, \text{graz}, 2}$	NO emission factor for grazing (sheep, goats and horses) (in kg kg ⁻¹ NO-N)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
$E_{\text{N}_2, \text{graz}}$	N ₂ emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ N)
$EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 1}$	N ₂ emission factor for grazing (cattle, buffalo, pigs and poultry) (in kg kg ⁻¹ N ₂ -N)
$EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 2}$	N ₂ emission factor for grazing (sheep, goats and horses) (in kg kg ⁻¹ N ₂ -N)

12.2.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

For the gases considered the following emission factors were used:

Ammonia

Simpler methodology EMEP(2007)-B1020-8

$$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$$

Nitrous oxide

Tier 1 method, IPCC(1996), Table 4-22, pg. 4.104

$$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 1} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 2} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology, emission factor equals that of N₂O, in accordance with EMEP(2007)-B1020-11,12

$$EF_{\text{NO}, \text{graz}, 1} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

$$EF_{\text{NO}, \text{graz}, 2} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Dinitrogen

Similar to the proportions used for the calculation of the emissions from mineral fertilisers, a 7-fold amount (see Chapter 11.1.2.2), with respect to N₂O emission factors, is assumed:

$$EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 1} = 0.14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 2} = 0.14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

IPCC(1996), Table B-1, provides one emission factor for all animal categories and grazing ($EF = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$). IPCC(2006)-11.11 allows for a differentiation between cattle, poultry and pigs ($EF = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) and for sheep and other animals ($EF = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) as is reflected in the emission equations given above.

Für die einzelnen Gase wurden die folgenden Emissionsfaktoren benutzt:

Ammoniak

Einfaches Verfahren EMEP(2007)-B1020-8

$$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} = 0,075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$$

Distickstoffoxid

Stufe-1-Verfahren, IPCC(1996), Tab. 4-22, pg. 4.104

$$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 1} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}, 2} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfaches Verfahren, Emissionsfaktor wie für N₂O in Anlehnung an EMEP(2007)-B1020-11,12

$$EF_{\text{NO}, \text{graz}, 1} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

$$EF_{\text{NO}, \text{graz}, 2} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$$

Distickstoff

In Anlehnung an die Proportionen bei der Berechnung der Emissionen aus Mineraldüngern wird hier die 7-fache Menge der N₂O-Emissionsfaktoren angesetzt (siehe Kapitel 11.1.2.2):

$$EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 1} = 0,14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

$$EF_{\text{N}_2, \text{graz}, 2} = 0,14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

IPCC(1996), Tab. 4-22, pg. 4.104, gibt einen einzigen N₂O-Emissionsfaktor für alle Tierkategorien und Weidegang ($EF = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$). Dagegen erlaubt IPCC(2006)-11.11 eine Unterscheidung von Rindern, Geflügel und Schweinen ($EF = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) sowie Schafen und anderen Tieren ($EF = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$), wie in der Struktur der oben angegebenen Emissionsgleichungen zum Ausdruck kommt.

In order to avoid confusion, the 2010 and subsequent submissions make use of the uniform IPCC 1996 emission factor until further notice.

Uncertainty of emission factors

Ammonia

Order of magnitude of uncertainty (EMEP(2007)-B1020-14f): 10 % (interpreted as standard deviation). Assumed distribution: normal.

(As the overall N status of the grazing grounds is unknown, the uncertainty could be larger. However, this uncertainty cannot be quantified and therefore not be taken into account.)

Nitrous oxide

IPCC (1996) does not provide information about the uncertainty of the emission factor. Thus the uncertainty range given in IPCC(2006)-11.11 is used. It lists a range of uncertainty of 0.007 – 0.06 kg kg⁻¹ N in combination with the emission factor of 0.02 kg kg⁻¹ N. This is taken to be the 95 % confidence interval. Hence, the difference between the upper limit of the confidence interval amounts to 200 % of this emission factor. The difference between the lower limit of the confidence interval and the emission factor equals 70 % of the emission factor used.

Nitric oxide and dinitrogen

The orders of magnitude of the emission factors for NO and N₂ are likely to be correct.

According to EMEP(2007)-B1020-15 the uncertainty for NO is likely to be greater than a factor of 5. The distribution assumed is lognormal.

Due to lack of information, N₂ is treated like NO.

Zur Vermeidung von Unklarheiten verwendet das Inventar für 2010 und die Folgejahre bis auf weiteres den einheitlichen N₂O-Emissionsfaktor aus IPCC 1996.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Ammoniak

EMEP(2007)-B1020-14f: Unsicherheit größenordnungsmäßig 10 % (interpretiert als Standardabweichung). Angenommene Verteilung: normal.

(Eine möglicherweise größere Unsicherheit aufgrund des in diesem Inventar nicht berücksichtigten N-Status des Weidelands kann nicht quantifiziert und daher nicht berücksichtigt werden.)

Distickstoffoxid (Lachgas)

IPCC (1996) gibt für den Emissionsfaktor keine Unsicherheit an. Daher wird auf den in IPCC(2006)-11.11 für den Emissionsfaktor von 0,02 kg kg⁻¹ N angegebenen Unsicherheitsbereich zurückgegriffen: 0,007 – 0,06 kg kg⁻¹ N. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst. Daraus folgt, dass die Differenz zwischen oberer Grenze des Konfidenzintervalles und verwendetem Emissionsfaktor 200 % des verwendeten Emissionsfaktors beträgt. Die Differenz zwischen verwendetem Emissionsfaktor und unterer Grenze beträgt rund 70 % des Emissionsfaktors.

Stickstoffmonoxid und Distickstoff

Die Größenordnung des Emissionsfaktoren für NO und N₂ ist wahrscheinlich zutreffend.

Nach EMEP(2007)-B1020-15 ist die Unsicherheit für NO wahrscheinlich größer als Faktor 5. Die angenommene Verteilung ist lognormal.

Wegen fehlender Erkenntnisse wird N₂ wie NO behandelt.

12.3 Crop residues / Ernterückstände

Direct N₂O emissions from agricultural soils are a key source. This includes emissions from crop residues.

N₂O and NO emissions from the turnover of crop residues in soils are considered to be proportional to the amount of N remaining in the soil.

Direkte N₂O-Emissionen aus Böden sind insgesamt eine Hauptquellgruppe. Hierunter fallen auch die Emissionen aus Ernterückständen.

Die N₂O- und NO-Emissionen aus der Umsetzung von Ernterückständen im Boden werden als den im Boden verbliebenen N-Mengen proportional betrachtet.

12.3.1 Activity data / Aktivitätsdaten

N₂O, NO and N₂ emissions are calculated from the amounts of N stored in the above and below ground biomass liable to mineralisation after harvest. Prerequisites for their assessment are the areas of cultivation, the respective crop yields and the N contents of the crop residues, in the case of horticultural crops the N contents of the parts normally harvested are needed in addition. The data used are compiled in Table 12.2 and Table 12.3, unless they are variables.

The amounts of N removed with the straw used as bedding, are calculated for the respective animal categories, and their sum subtracted accordingly ($m_{N, \text{straw}}$).

N₂O-, NO- und N₂-Emissionen werden aus den in den oberirdischen und unterirdischen Ernterückständen verbleibenden N-Mengen berechnet. Benötigt werden die jeweiligen Anbauflächen, die Erträge und die N-Gehalte der Ernterückstände, bei Gemüse auch die N-Gehalte der normalerweise geernteten Produkte. Die benötigten Daten sind in Table 12.2 und Table 12.3 zusammengestellt, sofern sie nicht als Variablen eingehen.

Die N-Mengen, die mit Stroh als Einstreu von der Fläche entfernt werden, werden für die einzelnen Tierkategorien berechnet und insgesamt abgezogen ($m_{N, \text{straw}}$).

12.3.1.1 Area under cultivation / Anbauflächen

Areas are reported in the official statistics in StatBA FS 3, R 3 (for Federal States) for each year combined with mit StatLA, R CI for districts (1991, 1995, 1999, 2003).

The area reported for “Sommermenggetreide” (mix of spring barley and oats) is treated as being spring barley, the area covered with “Wintermenggetreide” (mix of wheat and rye) is attributed to rye.

Die benötigten Anbauflächen werden vom Statistischen Bundesamt StatBA FS 3, R 3 (für Bundesländer) für jedes Jahr kombiniert mit StatLA R CI für Kreise (1991, 1995, 1999, 2003) bereitgestellt.

Die Fläche für Sommermenggetreide wird der Fläche für Hafer zugeschlagen; die Fläche für Wintermenggetreide wird unter Roggen erfasst.

Data gap closure

Areas of cultivation, year 2003

In case of missing values the area of cultivation of 1999 was used. It was assured by if-queries that the sum of peas and broad beans does not exceed the area of cultivation of pulses. The same applies for early potatoes and late potatoes and their sum.

Schließung von Datenlücken

Anbauflächen, Jahr 2003:

Bei fehlenden Werten wurde die Anbaufläche von 1999 eingesetzt. Bei Hülsenfrüchten wurde über Wenn-Abfragen sichergestellt, dass die Summe aus Futtererbsen und Ackerbohnen, die Anbaufläche der Hülsenfrüchte nicht übersteigt. Gleiches gilt für Früh- und Spätkartoffeln und deren Summe.

Triticale, areas of cultivation

Cropped areas in the City States: the area of the preceding year (or the succeeding year, if the preceding was not available) was used to replace the missing area value. In this case a special procedure had to be used for the yield estimate, see below.

Triticale, Anbauflächen:

Gesamtanbaufläche der Stadtstaaten: Es wurde der Wert vom Vorjahr (oder vom nachfolgenden Jahr, wenn Vorjahr nicht verfügbar) eingesetzt. Für diesen Fall gilt auch die Sonderregel in der Ertragsschätzung, siehe weiter unten.

Pulses, area of cultivation

If no areas were reported for broad beans or peas in the census, the whole area of pulses was considered "other pulses".

Uncertainty of areas reported

As a considerable fraction of areas is missing or has to be replaced using assumptions, the uncertainty (Standard deviation) is likely to be about 5 %. A normal distribution is assumed.

For the City States, the data coverage for triticale and vegetables areas is unsatisfactory. However, these areas are very small as compared to the national data. Hence, the error originating from inadequate area data is of no consequence.

12.3.1.2 Yields / Erträge

With the exception of meadows, pastures and grass (fodder production), yields are reported in the agricultural censuses for 1991, 1995, 1999 and 2003 (StatLA R CII). For fodder production yields of 40 Mg ha⁻¹ a⁻¹ and 50 Mg ha⁻¹ a⁻¹ were assumed for grass and clover grass mixtures, respectively. The mean yield for meadows and pastures was assumed to be 45 Mg ha⁻¹ a⁻¹. (KTBL 2004, pp 303 ff, pg 300, pg 322; expert judgement Rogasik). In Germany, "other pulses" comprise mainly lupins.

For triticale and horticultural crops, data describing and the yields within City States are unsatisfactory.

Data gap closure

Yields, year 2003

Data missing for single rural districts were replaced by the mean of the respective Federal State.

Triticale

Data missing for single districts were replaced by the mean of the respective Federal State. For Berlin, missing data were replaced by the mean of Brandenburg. For Bremen, data for Niedersachsen were used, and for Hamburg those for Schleswig-Holstein. The value given for the City States is the (unweighted) arithmetic mean of the yields of the single City States.

Pulses

If yields were not provided by the census, standard yields were taken instead: broad beans: 4.0 Mg ha⁻¹; peas: 3.5 Mg ha⁻¹ (Faustzahlen, KTBL, 2005, pg 159) lupins: 3.7 Mg ha⁻¹: (UFOP, 2004; Versuchswesen Pflanzenbau Rheinland-Pfalz, 2005). If no data was available, the area was considered as "other pulses" and the yield for "other pulses" (lupins) of 3.7 Mg ha⁻¹

Hülsenfrüchte, Anbauflächen:

Waren keine Flächen für Ackerbohnen oder Futtererbsen ausgewiesen, so wurde die Gesamtfläche als „andere Leguminosen“ betrachtet.

Unsicherheit der Flächenangaben

In Anbetracht der z. T. fehlenden und fallweise durch Annahmen zu ersetzenden Flächenangaben wird von einer Unsicherheit (Standardabweichung) von 5 % ausgegangen. Es wird Normalverteilung angenommen.

Für Triticale und Gemüse im Bereich der Stadtstaaten ist die Datenlage bzgl. der Anbauflächen zwar sehr unbefriedigend. Der Anteil an den nationalen Daten ist allerdings sehr gering, so dass der damit verbundene Fehler nicht ins Gewicht fällt.

Erträge werden für alle relevanten Kulturen mit Ausnahme von Weiden, Wiesen und Feldfutterbau für 1991, 1995, 1999 und 2003 kreisweise berichtet (StatLA R CII). Für Feldfutterbau wurden Erträge von 40 Mg ha⁻¹ a⁻¹ für Gras und 50 Mg ha⁻¹ a⁻¹ für Klee-Gras-Gemische zugrunde gelegt, für Weiden im Mittel 45 Mg ha⁻¹ a⁻¹ (KTBL 2004, S. 303 ff, S. 300, S. 322; Expertenurteil Rogasik). Unter „Weitere Hülsenfrüchte“ fallen in Deutschland vornehmlich Süß-Lupinen an.

Für Triticale und Gemüse im Bereich der Stadtstaaten ist die Datenlage bzgl. der Erträge unbefriedigend.

Schließung von Datenlücken

Erträge, Jahr 2003:

Fehlende Werte für Kreise wurden jeweils durch die Mittelwerte für die Bundesländer ersetzt.

Triticale

Fehlende Werte für Kreise wurden jeweils durch die Mittelwerte für die Bundesländer ersetzt. Für Berlin wurden die Daten von Brandenburg, für Bremen von Niedersachsen und für Hamburg von Schleswig-Holstein angenommen. Als Mittelwert für die Stadtstaaten wurde der arithmetische Mittelwert der Erträge von Berlin, Bremen und Hamburg eingesetzt.

Hülsenfrüchte

Waren keine Erträge angegeben, so wurden Standard-Erträge nach Faustzahlen (KTBL, 2005, S. 159) verwendet: Ackerbohnen: 4,0 Mg ha⁻¹; Futtererbsen: 3,5 Mg ha⁻¹. Für Süßlupine wurden 3,7 Mg ha⁻¹ angenommen (UFOP, 2004; Versuchswesen Pflanzenbau Rheinland-Pfalz, 2005). Waren Angaben nicht vorhanden, wurde als mittlerer Ertrag der Körnerlegumi-

was used instead

nosen der Wert für „andere Körnerleguminosen“ 3,7 Mg ha⁻¹ (Süßlupine) angenommen.

Uncertainty of yields reported

Unsicherheit der Ertragsangaben

The uncertainties are unknown.

Es sind keine Angaben verfügbar.

12.3.1.3 Duration of cropped system ($x_{renew, i}$) and frequency of harvesting ($x_{mow, i}$) / Dauer der Kultur ($x_{renew, i}$) und Erntefrequenz der Kultur ($x_{mow, i}$)

For pastures and meadows and fodder production (grass or clover grass mixtures) crop residues only occur at a noticeably extent, when the field is ploughed up, which does not occur every year.

All crops apart from permanent grassland and fodder production systems (grass and clover grass mixtures) are annual crops. For permanent grassland a mean lifetime of 10 a is assumed, for fodder production 2 to 5 a are usual. A mean of 2.5 a for grass and 3 a for clover grass mixtures was used in this inventory (expert judgement Rogasik).

The factor $x_{renew, i}$ equals $1/x$, where x represents the duration of the cropped system in years. For annual crops $x_{renew, i} = 1$. For permanent grassland $x_{renew, i} = 0,1$, meaning that 10 % of the area with permanent grassland is producing crop residues which have to be taken into account.

For permanent grassland and fodder production (grass or clover grass mixtures) it is further assumed, that they are mowed three times a year but that crop residues are produced once only.

The factor $x_{mow, i}$ equals $1/x$, where x is the frequency of mowing. For annual crops $x_{mow, i} = 1$. For the exceptions mentioned $x_{mow, i} = 0,33$.

Ernterückstände fallen bei Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische) nur dann in nennenswertem Ausmaß an, wenn nach der Ernte gepflügt wird, dies ist nicht in jedem Jahr der Fall.

Alle Kulturen mit Ausnahme von Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische) sind einjährig. Für Grünland wird eine mittlere Dauer von 10 a angenommen, für Feldfutterbau 2 bis 5 a, im Mittel 2,5 a für Gras und 3 a für Graskleegemische (Expertenurteil Rogasik).

Der Faktor $x_{renew, i}$ ist gleich $1/x$, wobei x der Dauer der jeweiligen Kultur in Jahren entspricht. Bei einjährigen Kulturen gilt: $x_{renew, i} = 1$. Für Dauergrünland gilt $x_{renew, i} = 0,1$, das bedeutet auf 10 % der Grünlandfläche entstehen Ernterückstände, die berücksichtigt werden müssen.

Für Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische) wird weiter angenommen, dass drei Mal im Jahr gemäht wird, aber nur ein Mal Ernterückstände anfallen.

Der Faktor $x_{mow, i}$ ist gleich $1/x$, wobei x der Mähhäufigkeit pro Jahr entspricht. Bei den einjährigen Kulturen gilt: $x_{mow, i} = 1$. Bei den genannten Ausnahmen gilt $x_{mow, i} = 0,33$.

Uncertainty of durations reported

The uncertainties are unknown.

Unsicherheit der Zeitangaben

Es sind keine Angaben verfügbar.

12.3.1.4 Dry matter content ($x_{DM, i}$) / Trockenmassegehalte ($x_{DM, i}$):

Data for maize are available from Faustzahlen (KTBL, 2005), pg 306.

Data for rape, permanent grassland and fodder production (grass, clover grass mixtures, alfalfa) expert judgement Rogasik

All other data from IPCC(2006)-11.17; they are consistent with German data (expert judgement Rogasik).

Daten für Mais sind den Faustzahlen (KTBL, 2005, S. 306) zu entnehmen.

Daten für Raps, Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische, Alfalfa) Expertenurteil Rogasik.

Alle anderen Daten wurden aus IPCC(2006)-11.17 übernommen. Sie sind konsistent mit deutschen Daten (Expertenurteil Rogasik).

12.3.1.5 Ratio of above ground crop residues to yield ($a_{above, i}$) / Verhältnis der oberirdischen Ernterückstände zur Ernte ($a_{above, i}$)

Figure 12.1 illustrates the relations between the various parts of the plants used to establish the ratios between above ground biomass, below ground biomass and yield.

Die Zusammenhänge zur Berechnung der unterschiedlichen Verhältnisse von oberirdischen und unterirdischen Biomasse sowie Erträgen gehen aus Figure 12.1 hervor.

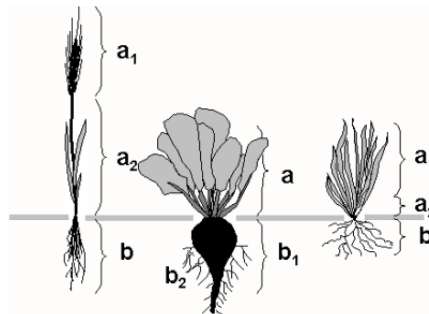


Figure 12.1: Above and below ground parts of crops, tuber crops and grasses

For tuber crops (Figure 12.1, centre), $a_{\text{above}, i} = a_2/b_1$, which is the reciprocal of the root to leaf ratio a_1/a_2 . The root to leaf ratio of beet was taken from Faustzahlen (KTBL, 2005, pg 300). The root to leaf ratio of potatoes is taken to be 1 to 0.1 (expert judgement Rogasik, JKI-PB).

For permanent grassland and fodder production (grass, clover grass mixtures, alfalfa) (Figure 12.1, right) $a_{\text{above}, i} = a_2/a_1$. These ratios were calculated according to IPCC(2006)-11.17.

It is assumed that the grain to straw ratio and the root to leaf ratios have not changed during the reporting period.

Für Hackfrüchte (Figure 12.1, Mitte) gilt $a_{\text{above}, i} = a_2/b_1$; das entspricht dem Kehrwert des Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnisses. Das Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnis von Rüben wurde aus Faustzahlen (KTBL, 2005, S. 300) entnommen. Das Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnis von Kartoffeln wurde als 1 zu 0,1 angenommen (Expertenurteil Rogasik, JKI-PB)

Für Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleegemische, Alfalfa) (Figure 12.1, rechts) gilt $a_{\text{above}, i} = a_2/a_1$. Diese Verhältnisse wurden gemäß IPCC(2006)-11.17 ausgerechnet.

Wir gehen davon aus, dass sich das Korn-Stroh-Verhältnis bzw. das Knolle/Wurzel-Laub-Verhältnis im Berichtszeitraum nicht geändert hat.

12.3.1.6 Nitrogen content of the above-ground crop residues ($x_{N, \text{above}, i}$) / Stickstoff-Gehalte der oberirdischen Ernterückstände ($x_{N, \text{above}, i}$)

The values used were taken from Faustzahlen (KTBL, 2005), pg. 219.

Die benötigten Daten wurden Faustzahlen (KTBL 2005), S. 219, entnommen.

12.3.1.7 Ratio of below ground crop residues to yield ($a_{\text{below}, i}$) / Verhältnis der unterirdischen Ernterückstände zur Erntemenge ($a_{\text{below}, i}$)

The relations needed to calculate the ratio of below ground crop residues to yield are shown in Figure 12.1:

For cereals and legumes (Figure 12.1, left):

$$a_{\text{below}, i} = b/a_1$$

For beet and potatoes (Figure 12.1, centre):

$$a_{\text{below}, i} = b_2/b_1$$

Die Beziehungen zur Berechnung des Verhältnisses der unterirdischen Ernterückstände zur Erntemenge gehen aus Figure 12.1 hervor:

Für Getreide und Hülsenfrüchte (Figure 12.1, links) gilt:

$$a_{\text{below}, i} = b/a_1$$

Für Rüben und Kartoffeln (Figure 12.1, Mitte) gilt

$$a_{\text{below}, i} = b_2/b_1$$

For permanent grassland and fodder production (grass, clover grass mixtures, alfalfa) (Figure 12.1, right)

$$a_{\text{below}, i} = b/a_1.$$

These ratios were calculated from the ratio of the below ground residues to above ground biomass $a_{\text{below}, \text{bio}, i}$ ($= R_{\text{BG-BIO}}$ from IPCC 2006, 11.17) and from the ratio of above ground residues to yield $a_{\text{above}, i}$:

For cereals, legumes, permanent grassland and fodder production $a_{\text{below}, i}$ can be obtained as follows:

$$a_{\text{below}, i} = a_{\text{below}, \text{bio}, i} \cdot (1 + a_{\text{above}, i}) \quad (12.9)$$

where

$a_{\text{below}, i}$	ratio of below ground crop residues to yield (kg kg^{-1})
$a_{\text{below}, \text{bio}, i}$	ratio of the below ground residues to above ground biomass (kg kg^{-1})
$a_{\text{above}, i}$	ratio of above ground residues to yield (kg kg^{-1})

For tuber crops the following equation is used:

$$a_{\text{below}, i} = a_{\text{below}, \text{bio}, i} \cdot a_{\text{above}, i} \quad (12.10)$$

where

$a_{\text{below}, i}$	ratio of below ground crop residues to yield (kg kg^{-1})
$a_{\text{below}, \text{bio}, i}$	ratio of the below ground residues to above ground biomass (kg kg^{-1})
$a_{\text{above}, i}$	ratio of above ground residues to yield (kg kg^{-1})

12.3.1.8 Nitrogen content of below ground crop residues ($x_{N, \text{below}, i}$) / Stickstoff-Gehalte der unterirdischen Ernterückstände ($x_{N, \text{below}, i}$)

All data for $x_{N, \text{below}, i}$ except for rape were taken from IPCC(2006)-11.17, as they agree with German data. For rape, an expert judgement (Rogasik, JKI-PB) was used.

Für Dauergrünland und Feldfutterbau (Gras und Graskleelegemische, Alfalfa) (Figure 12.1, rechts) gilt

$$a_{\text{below}, i} = b/a_1.$$

Die Verhältnisse wurden berechnet aus dem Verhältnis der unterirdischen Residuen zu der oberirdischen Biomasse $a_{\text{below}, \text{bio}, i}$ ($= R_{\text{BG-BIO}}$ aus IPCC 2006, 11.17) und dem Verhältnis der oberirdischen Ernterückstände zur Ernte ($a_{\text{above}, i}$):

Für Getreide, Hülsenfrüchte Dauergrünland und Feldfutterbau wird $a_{\text{below}, i}$ wie folgt berechnet:

Für Hackfrüchte gilt entsprechend:

Die Werte für $x_{N, \text{below}, i}$ mit Ausnahme von Raps wurden IPCC(2006)-11.17 entnommen; sie entsprechen den deutschen Werten. Für Raps wurden Werte einer Expertenschätzung (Rogasik, JKI-PB) verwendet.

12.3.1.9 Ratio of crop residues to yield (a_i) / Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte (a_i)

For horticultural crops, only the ratio of crop residues to yield was available. It was calculated using information using data from IGZ (2007).

Für Gemüse stand nur das Verhältnis der Ernterückstände zur Ernte zur Verfügung. Sie wurden berechnet aus Angaben aus IGZ (2007).

12.3.1.10 Nitrogen content of crop residues ($x_{N, i}$) and harvested crop products ($x_{N, \text{yield}, i}$) / Stickstoff-Gehalte der Ernterückstände ($x_{N, i}$) und der geernteten Produkte ($x_{N, \text{yield}, i}$):

Nitrogen content of crop residues for all horticultural crops and nitrogen content of harvested crop products from red oak leaf lettuce, lollo lettuce, arugula, other lettuce, celery root and spring onions were taken from IGZ (2007). Nitrogen content of harvested

Aus IGZ (2007) wurden alle Stickstoff-Gehalte der Ernterückstände und die Stickstoff-Gehalte der geernteten Produkte von Eichblattsalat, Lollo Salat, Rucola Salat, sonstige Salats, Knollensellerie und Bundzwiebeln übernommen. Für die anderen Gemüsesorten

corp products from the other horticultural crops were obtained from Düngeverordnung (2007).

wurden Daten aus der Düngeverordnung (2007) übernommen.

12.3.1.11 Factor for not harvested horticultural crops (δ_{HC}) / Faktor für nicht geerntetes Gemüse (δ_{HC})

Following expert judgement Feller (IGZ Großbeeren and Erfurt) it is to be expected that only 70 to 90 % of the horticultural crops grown are actually harvested. The rest is not marketable and has to be added to the crop residues. In order to simplify the procedure, a quota of 20 % of the grown horticultural crops was assumed to remain on the fields as additional crop residues.

Laut Expertenurteil Feller (IGZ Großbeeren und Erfurt) muss davon ausgegangen werden, dass nur zwischen 70 und 90 % des aufgewachsenen Gemüses auch geerntet werden, die restlichen 10 bis 30 % verbleiben als nicht vermarktbar auf dem Feld und müssen zu den Ernterückständen hinzugezählt werden. Vereinfachend wird eine Quote von 20 % des Gesamtaufwuchses angenommen, die zusätzlich auf dem Feld verbleibt.

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements with respect to uncertainties of areas do not exist in Germany (communicated by Statistisches Bundesamt).

EMEP(2007)-B1020-14 assumes that the typical uncertainty is less than 10 % (distribution normal).

EMEP(2007)-B1020-14 also states that uncertainty concerning the N contents in crop residues is likely to fall below 25 % (distribution normal).

An overall uncertainty (standard deviation) of 25 % is assumed, distribution normal.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen zur Genauigkeit der Flächenermittlung liegen in Deutschland nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

EMEP(2007)-B1020-14 geht davon aus, dass der typische Fehler < 10 % ist (normal verteilt).

Für die N-Gehalte der Ernterückstände wird von einem Fehler in der Größenordnung von 25 %, normal verteilt, ausgegangen (EMEP(2007)-B1020-14).

Insgesamt wird von einem Fehler (Standardabweichung) der Aktivität von 25 % ausgegangen, Verteilung normal.

Table 12.2: Crop residues (agricultural crops), data used to calculate N₂O, NO and N₂ emissions

Agricultural Crop	default yields	$x_{renew,i}$	$x_{mow,i}$	$x_{DM,i}$	grain-straw-ratio	$a_{above,i}$	$x_{N,above,i}$	$a_{below,Bio,i}$	$a_{below,i}$	$x_{N,below,i}$
	kg ha ⁻¹	ha ha ⁻¹		kg kg ⁻¹		kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹ N	kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹	kg kg ⁻¹ N
winter wheat		1	1	0.89	1/0.9	0.9	0.0055	0.23	0.44	0.009
spring wheat		1	1	0.89	1/1.0	1.0	0.0055	0.28	0.56	0.009
rye		1	1	0.88	1/1.4	1.4	0.0055	0.22	0.53	0.011
winter barley		1	1	0.89	1/1.0	1.0	0.0055	0.22	0.44	0.014
spring barley		1	1	0.89	1/1.1	1.1	0.0055	0.22	0.46	0.014
oat		1	1	0.89	1/1.2	1.2	0.0055	0.25	0.55	0.008
Triticale		1	1	0.88	1/1.4	1.4	0.0055	0.22	0.53	0.008
grain maize		1	1	0.65	1/1.3	1.3	0.0070	0.22	0.51	0.007
maize for silage		1	1	0.30	1/1.2	1.2	0.0035	0.22	0.48	0.007
rape		1	1	0.92	1/1.7	1.7	0.0070	0.22	0.59	0.010
sugar beet		1	1	0.22	1/0.8	0.8	0.0029	0.20	0.36	0.014
fodder beet		1	1	0.22	1/0.3	0.3	0.0024	0.20	0.26	0.014
clover, clover grass mixtures, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)	50000	0.33	0.33	0.15	1/0.5	0.5	0.0050	0.80	1.20	0.012
alfalfa	50000	1	1	0.20	1/0.3	0.3	0.0060	0.40	0.52	0.019
grass (fodder production)	34000	0.4	0.33	0.15	1/0.5	0.5	0.0050	0.80	1.20	0.012
potatoes		1	1	0.22	1/0.1	0.1	0.0040	0.20	0.22	0.014
broad beans	4000	1	1	0.90	1/2.1	2.1	0.0150	0.19	0.59	0.022
peas	3500	1	1	0.90	1/2.1	2.1	0.0150	0.19	0.59	0.022
other pulses	3700	1	1	0.90	1/2.1	2.1	0.0160	0.19	0.59	0.022
pastures and meadows	45000	0.1	0.33	0.15	1/0.5	0.5	0.0050	0.80	1.20	0.012

Sources: see text above

Table 12.3: Crop residues (horticultural crops), data used to calculate N₂O, NO and N₂ emissions

Horticultural Crop	a_i kg kg ⁻¹	$x_{N,i}$ kg kg ⁻¹ N	$x_{N,yield,i}$ kg kg ⁻¹ N	Horticultural Crop	a_i kg kg ⁻¹	$x_{N,i}$ kg kg ⁻¹ N	$x_{N,yield,i}$ kg kg ⁻¹ N
cauliflower	1.29	0.0034	0.0032	fennel	0.75	0.0030	0.0024
broccoli	3.67	0.0035	0.0037	celery root	0.50	0.0030	0.0025
chinese cabbage	0.71	0.0018	0.0016	horseradish	1.30	0.0037	0.0051
curly kale	1.25	0.0035	0.0046	carrots	0.17	0.0017	0.0017
kohlrabi	0.33	0.0035	0.0030	red radish	0.17	0.0020	0.0020
Brussels sprouts	2.60	0.0040	0.0047	white radish	0.20	0.0017	0.0017
red cabbage	0.80	0.0030	0.0028	beetroot	0.67	0.0025	0.0027
white cabbage	0.56	0.0030	0.0026	gherkin	0.71	0.0020	0.0017
Savoy cabbage	1.00	0.0040	0.0038	cucumber	0.71	0.0020	0.0017
red oak leaf lettuce	0.31	0.0019	0.0019	marrows	1.00	0.0025	0.0025
crisphead lettuce	0.33	0.0013	0.0013	courgette	0.85	0.0030	0.0023
endive	0.33	0.0020	0.0025	sweet corn	2.00	0.0030	0.0032
lamb's lettuce	0.25	0.0045	0.0045	French bean	1.83	0.0040	0.0035
butterhead lettuce	0.20	0.0018	0.0018	broad bean	1.80	0.0030	0.0013
lollo lettuce	0.31	0.0019	0.0019	runner bean (incl. scarlet runner bean)	1.80	0.0032	0.0035
radicchio	0.79	0.0025	0.0025	peas for threshing (without pods)	4.57	0.0040	0.0049
Romaine lettuce	0.22	0.0020	0.0020	peas for picking (with pods)	4.57	0.0040	0.0049
arugula	0.71	0.0030	0.0040	spring onions	0.18	0.0020	0.0020
other lettuce	0.31	0.0019	0.0019	onions (incl. shallots)	0.25	0.0040	0.0022
spinach	0.60	0.0036	0.0043	parsley	0.15	0.0040	0.0044
rhubarb	0.54	0.0050	0.0029	leek	0.68	0.0030	0.0027
asparagus	4.44	0.0046	0.0025	chive	0.20	0.0050	0.0050
celery stalks	0.60	0.0025	0.0027				

Sources: see text above

12.3.2 Assessment of emissions of nitrogen species / Bestimmung der Emissionen von Stickstoff-Spezies

12.3.2.1 The method applied / Angewandte Methode

In principle, the calculation procedure applied is given in IPCC(2006)-11.13 as Tier 2 methodology. Due to different base data, the formula used for the calculation of crop residues derived from horticultural crops differs from the formula for agricultural crops.

Das prinzipiell angewendete Rechenverfahren ist bei IPCC(2006)-11.13 als Stufe-2-Verfahren beschrieben. Aufgrund unterschiedlicher Datengrundlagen weicht die Berechnung für Ernterückstände aus Gemüse von der aus Ackerfrüchten ab:

$$E_{N_2O,CR} = E_{N_2O,CR,AC} + E_{N_2O,CR,HC} \quad (12.11)$$

$$E_{NO,CR} = E_{NO,CR,AC} + E_{NO,CR,HC} \quad (12.12)$$

$$E_{N_2O,CR,AC} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew,i} \cdot x_{mow,i} \cdot y_i \cdot (a_{above,i} \cdot x_{N,above,i} + a_{below,i} \cdot x_{N,below,i}) - m_{N,straw} \right) \cdot EF_{N_2O,CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{N_2O} \quad (12.13)$$

$$E_{NO,CR,AC} = \left(\sum_i A_i \cdot x_{renew,i} \cdot x_{mow,i} \cdot y_i \cdot (a_{above,i} \cdot x_{N,above,i} + a_{below,i} \cdot x_{N,below,i}) - m_{N,straw} \right) \cdot EF_{NO,CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{NO} \quad (12.14)$$

$$E_{N_2O, CR, HC} = \left(\sum_j A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N,j} + A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N,j} \cdot \delta_{HC} + A_j \cdot y_j \cdot x_{N,yield,j} \cdot \delta_{HC} \right) \cdot EF_{N_2O, CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{N_2O} \quad (12.15)$$

$$E_{NO, CR, HC} = \left(\sum_j A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N,j} + A_j \cdot y_j \cdot a_j \cdot x_{N,j} \cdot \delta_{HC} + A_j \cdot y_j \cdot x_{N,yield,j} \cdot \delta_{HC} \right) \cdot EF_{NO, CR} \cdot \beta \cdot \gamma_{NO} \quad (12.16)$$

where

$E_{N_2O, CR}$	N ₂ O emission due to rotting of crop residues in a district (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{N_2O, CR, AC}$	N ₂ O emission due to rotting of agricultural crop residues in a district (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{N_2O, CR, HC}$	N ₂ O emission due to rotting of horticultural crop residues in a district (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
$E_{NO, CR}$	NO emission due to rotting of crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ NO)
$E_{NO, CR, AC}$	NO emission due to rotting of agricultural crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ NO)
$E_{NO, CR, HC}$	NO emission due to rotting of horticultural crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ NO)
i	running index for agricultural crops
j	running index for horticultural crops
A_i	area covered by crop i (in ha)
$x_{renew, i}$	fraction of crop i that is harvested annually (in ha ha ⁻¹)
$x_{mow, i}$	1 / quantity of harvests of crop i in a year (no dimension)
y_i	yield of crop I, in fresh matter (in kg ha ⁻¹)
$a_{above, i}$	ratio of above ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, above, i}$	N content of above ground residues of crop i, related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
$a_{below, i}$	ratio of below ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, below, i}$	N content of below ground residues of crop I, related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
$m_{N, straw}$	amount of nitrogen removed with straw used as bedding in a district (in kg N)
$EF_{N_2O, CR}$	N ₂ O emission factor for crop residues ($EF_{N_2O, CR} = 0.01$ kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
β	mass units conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)
γ_{N_2O}	mass conversion factor ($\gamma_{N_2O} = 44/28$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
$EF_{NO, CR}$	NO emission factor for crop residues ($EF_{NO, CR} = 0.007$ kg kg ⁻¹ NO-N)
γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{NO} = 30/14$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
a_j	ratio of crop residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N,j}$	N content of crop residues of crop i, related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
$x_{N,yield,j}$	N content of normally harvested parts of crop I, related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
δ_{HC}	not harvested horticultural crops factor ($\delta_{HC} = 20/80$ kg kg ⁻¹)

12.3.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The following emission factors were used:

Nitrous oxide

Default: IPCC 1996, Table 4-18, pg. 4.89

$$EF_{N_2O, crop} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology: EMEP(2007)-1020-12

$$EF_{NO, crop} = 0.007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Dinitrogen

Simpler methodology: see Chapter 11.1.2.2.2

$$EF_{fert, N_2} = 0.1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

The IPCC 1996 N₂O emission factor (0.0125 kg kg⁻¹ N₂O-N) represents the poor knowledge available at the time. The emission factor derived for IPCC 2006 ($EF_1 = 0.01$ kg kg⁻¹ N₂O-N) includes the knowledge gained since then (see date of publications listed in IPCC 2006, Table 11.1, and footnote 8).

Folgende Emissionsfaktoren wurden benutzt:

Distickstoffoxid

Default: IPCC 1996, Tabelle 4-18, S. 4.89

$$EF_{N_2O, crop} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren: EMEP(2007)-1020-12

$$EF_{NO, crop} = 0,007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Distickstoff

Einfacheres Verfahren: siehe Kapitel 11.1.2.2.2

$$EF_{fert, N_2} = 0,1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Der in IPCC 1996 genannte N₂O Emissionsfaktor (0,0125 kg kg⁻¹ N₂O-N) entsprach dem damaligen geringen Wissensstand. Dagegen schließt der in IPCC 2006 beschriebene Faktor ($EF_1 = 0,01$ kg kg⁻¹ N₂O-N) das seitdem hinzugewonnene Wissen ein (siehe die in IPCC 2006, Tabelle 11.1 aufgelistete Literatur sowie

However, the IPCC 2006 emission factor is unlikely to be representative of conditions in Germany.

A review of field data in Germany (Jungkunst et al. 2006) resulted in emission factors ranging from 0.0018 to 0.1554 kg kg⁻¹ N₂O-N with a median above 0.01 kg kg⁻¹ N₂O-N, uncorrected for background emissions and N input from crop residues.

This observational evidence suggests that the higher emission factor of IPCC 1996, which is used in the inventory, is likely to be more appropriate for German conditions than the smaller emission factor of IPCC 2006.

Uncertainty of emission factors

Nitrous oxide

IPCC(1996)-4.89, Table 4-18, lists an uncertainty range for this emission factor of 0.0025 to 0.0225 kg kg⁻¹ N. The latter is assumed to be the 95 % confidence interval and is used for the calculation of the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory (see Chapter 15.6). Hence, the difference between the upper limit of the confidence interval amounts to 80 % of this emission factor. The same applies to the difference between the lower limit of the confidence interval. The symmetry allows the use of a normal distribution.

Nitric oxide and dinitrogen

For fertiliser application, the order of magnitude is likely to be correct. Likely uncertainty is about a factor of 10 (EMEP(2007)-B1010-26). A lognormal distribution is assumed.

Due to lack of information, N₂ is treated like NO.

die dortige Fußnote 8).

Der in IPCC 2006 vorgeschlagene Emissionsfaktor trifft wohl jedoch auf die deutschen Verhältnisse nicht zu. Eine Zusammenstellung der Feldmessungen in Deutschland (Jungkunst et al., 2006) nennt Emissionsfaktoren von 0,0018 to 0,1554 kg kg⁻¹ N₂O-N mit einem Median über 0,01 kg kg⁻¹ N₂O-N (ohne Korrektur für Hintergrundemissionen und Emissionen aus Pflanzenrückständen).

Die Beobachtungen lassen den Schluss zu, dass der im Inventar verwendete höhere Faktor aus IPCC 1996 die deutschen Verhältnisse besser beschreibt als der kleinere Faktor aus IPCC 2006.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid

In IPCC(1996)-4.89, Tabelle 4-18, wird für den Emissionsfaktor ein Unsicherheitsbereich von 0,0025 bis 0,0225 kg kg⁻¹ N angegeben. Dieser wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst und der Berechnung der Gesamtunsicherheit im Treibhausgasinventar (s. Kapitel 15.6) zugrundegelegt. Somit entspricht das Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 80 % dieses Emissionsfaktors. Gleiches gilt für das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor. Aufgrund der Symmetrie wird Normalverteilung angenommen.

Stickstoffmonoxid und Distickstoff

Die Größenordnung des Emissionsfaktors ist wahrscheinlich zutreffend. EMEP(2007)-B1010-26 gibt eine Unsicherheit mit dem Faktor 10 an. Eine lognormale Verteilung wird angenommen.

Wegen fehlender Erkenntnisse wird N₂ wie NO behandelt.

12.4 Indirect emissions from depositions of reactive nitrogen originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem Stickstoff aus der Landwirtschaft

Atmospheric deposition of reactive nitrogen species results in N₂O emissions. The amounts of N deposited are treated in the same way as mineral fertiliser; they are proportional to the N input.

Die atmosphärische Deposition von reaktiven Stickstoff-Spezies führt zu N₂O-Emissionen. Die Deposition wird wie Mineraldünger behandelt; die Emissionen sind den N-Einträgen proportional.

12.4.1 Activity data / Aktivitätsdaten

The amounts of NH₃ and NO emitted from agricultural sources are the relevant activities. Chemical reactions which transform these emissions to inert N species do not occur in practice.

Die eigentlichen Aktivitäten sind die aus landwirtschaftlichen Quellen emittierten NH₃- und NO-Mengen. Atmosphärenchemische Reaktionen, die zu nicht reaktivem N führen, finden praktisch nicht statt.

All emissions described in the chapters dealing with animal and plant production are considered.

Die in den Kapiteln zur Tier- und Pflanzenproduktion beschriebenen Emissionen werden aufsummiert.

Uncertainty of activity data

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

A discussion of the uncertainty of these emissions presupposes the knowledge of the uncertainties of the respective emissions.

Die Unsicherheit der Depositionen ist erst bestimmbar, wenn die Unsicherheit der Emissionen hinreichend bekannt ist.

An uncertainty (standard deviation) of 25 % is assumed, normal distribution.

Angenommen wird eine Unsicherheit (Standardabweichung) von 25 %, Verteilung normal.

12.4.2 Assessment of N₂O emissions / Bestimmung der N₂O-Emissionen

12.4.2.1 The method applied / Angewandte Methode

A Tier 1 approach similar to the treatment of N₂O emissions from the application of mineral fertiliser is used (IPCC(2006)-11.19).

Ein Stufe-1-Verfahren analog zur Beschreibung der N₂O-Emissionen aus der Mineraldünger-Anwendung wird eingesetzt (IPCC(2006)-11.19).

$$E_{N_{2O}, \text{dep}} = (E_{NH_3} + E_{NO}) \cdot EF_{N_{2O}, \text{dep}} \cdot \gamma_{N_{2O}} \quad (12.17)$$

where

$E_{N_{2O}, \text{dep}}$	indirect N ₂ O emission resulting from the deposition of reactive nitrogen species originating from agriculture (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
E_{NH_3}	NH ₃ -N emissions from all agricultural sources (in Gg a ⁻¹ N)
E_{NO}	NO-N emissions from all agricultural sources (in Gg a ⁻¹ N)
$EF_{N_{2O}, \text{dep}}$	emission factor for indirect emissions from deposition ($EF_{N_{2O}, \text{dep}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
$\gamma_{N_{2O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{N_{2O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

12.4.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The emission factor proposed in IPCC(1996)-4.105 is $EF_{N_{2O}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$. The same value is given in IPCC(2006)-11.11.

Der in IPCC(1996)-4.105 vorgeschlagene Emissionsfaktor ist $EF_{N_{2O}} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$. Dieser Wert findet sich auch in IPCC(2006)-11.11.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Deposited N should be treated the same way as mineral fertiliser. The IPCC 1996 emission factor

Deponiertes N sollte in gleicher Weise behandelt werden wie Mineraldünger. Der bei IPCC 1996 ange-

($EF_4 = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) is inconsistent in this respect ($EF_1 = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$). However, the emission factor derived for IPCC 2006 ($EF_4 = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) assumes equal emission factors.

However, the emission factor of IPCC 1996 and 2006 is used in this inventory: $0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$.

Uncertainty of emission factor

The emission factor is to a large extent depending on land use (Denier van der Gon et al., 2004).

IPCC (1996) does not provide information about the uncertainty of the emission factor.

Thus the uncertainty range given in IPCC(2006)-11.24 is used. It lists a range of uncertainty of $0.02 - 0.05 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$. This is taken to be the 95 % confidence interval.

According to IPCC (2000)-6.14, the difference between the upper limit of the confidence interval and the emission factor is used to derive the overall uncertainty (see Chapter 15.6). It amounts to 400 % of the emission factor used. The difference between the lower limit of the confidence interval and the emission factor equals 80 % of the emission factor used.

It is assumed that the distribution is lognormal.

12.5 Indirect emissions from leached and run off N originating from agriculture / Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft

Nitrogen inputs into soils are to some extent liable to run-off and leaching. The inputs into surface and ground waters give rise to indirect nitrous oxide emissions.

12.5.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Relevant sources are the amounts of nitrogen imported into the soils with animal manures, mineral fertilizers, sewage sludges, crop residues (including production of legumes) and the mineralization of histosols.

Manure:

N inputs due to fertiliser application and to animal excreta dropped during grazing are calculated under SNAP 10 09 for each animal category.

Mineral fertiliser:

The amounts of fertilisers applied are taken as described in Chapter 11.1.

Sewage sludge:

The amounts of sewage sludge applied to agricultural soils are taken as described in Chapter 11.3.

gebene Emissionsfaktor ($EF_4 = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) ist in dieser Hinsicht inkonsistent ($EF_1 = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$). Dagegen nimmt IPCC 2006 gleiche Emissionsfaktoren an ($EF_4 = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$).

In diesem Inventar wird der in IPCC 1996 und 2006 genannte Emissionsfaktor von $0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$ verwendet.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Der Emissionsfaktor hängt in großem Umfang von der Landnutzung ab (Denier van der Gon et al., 2004).

IPCC (1996) äußert sich nicht zur Unsicherheit des Emissionsfaktors.

In IPCC(2006)-11.24 wird ein Unsicherheitsbereich angegeben, der zwischen $0,02 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ und $0,05 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ liegt. Dieser Bereich wird als 95 %-Konfidenzintervall aufgefasst. Damit entspricht das nach IPCC (2000)-6.14 in die Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgasinventars (s. Kap. 15.6) eingehende Intervall zwischen oberer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor 400 % des verwendeten Emissionsfaktors. Das Intervall zwischen unterer Konfidenzintervall-Grenze und verwendetem Emissionsfaktor beträgt 80 % des Emissionsfaktors.

Es wird von einer lognormalen Verteilung ausgegangen.

Stickstoff-Einträge in Böden gelangen teilweise durch Oberflächenabfluss in Oberflächengewässer und durch Auswaschung ins Grundwasser. Sie sind dort Quelle indirekter Lachgas-Emissionen.

Quellgrößen sind die Mengen an Stickstoff, die mit Wirtschaftsdünger, Mineraldünger, Klärschlämmen, Ernterückständen (einschließlich Leguminosenanbau) und durch die Mineralisierung organischer Böden eingetragen werden.

Wirtschaftsdünger:

N-Einträge bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und aus Ausscheidungen beim Weidegang werden für jede Tierkategorie berechnet.

Mineraldünger:

Die einzetzten Mineraldünger-Mengen werden wie in Kapitel 11.1 übernommen.

Klärschlamm:

Die mit Klärschlämmen eingetragenen N-Mengen werden wie in Kapitel 11.3 beschrieben übernommen.

Crop residues and production of legumes

The amounts of N imported with crop residues and as a result of legume production are calculated in Chapters 12.3 and 12.1.

Mineralisation of organic soils

The amounts of N released during the mineralisation of histosols will be calculated during the reporting for CRF 5. They are not yet dealt with in this inventory.

Uncertainty of activity data

With the exception of mineral fertilisers, all N inputs are calculated as results of those processes, from which N species are released. The typical error, with which these losses are assessed, is estimated to be approximately 30 % (which reflects the uncertainty of the major contributions to the overall emissions, see Chapters on animal production).

According to IPCC, the amount of N leached, which is the source of N₂O emissions, is deduced from the N input using a constant factor x_{leach} , for which IPCC(2006)-11.24 give a variability of 300 % (defined as the interval between the value used in the inventory and the upper boundary of the 95 % confidence interval).

Thus, it seems adequate to assume an overall uncertainty of 300 %, which corresponds to a lognormal distribution.

Ernterückstände und Leguminosenanbau:

Die durch Ernterückstände und Leguminosenanbau eingetragenen N-Mengen werden wie in Kapitel 12.3 und 12.1 beschrieben übernommen.

Mineralisation organischer Böden

Die Mineralisation und die dabei frei werdenden N-Mengen werden zukünftig im Zusammenhang mit CRF 5 berechnet. Sie sind in diesem Inventar noch nicht berücksichtigt.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Außer bei den Einträgen aus der Anwendung von Mineraldüngern sind die eingetragenen N-Mengen die Endglieder verlustbehafteter Prozesse. Die Genauigkeit der Ermittlung dieser Verluste wird mit etwa 30 % angenommen (Unsicherheit der Emissionsfaktoren der wesentliche Emissionen erzeugenden Prozesse, siehe Kapitel zur Tierproduktion).

Die zur N₂O-Freisetzung führende ausgewaschene N-Menge wird nach IPCC mit einem konstanten Faktor x_{leach} ermittelt, für den in IPCC(2006)-11.24 ein Unsicherheitsbereich von 300 % angegeben wird (definiert als Intervall zwischen verwendetem Wert und oberer Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles).

Es erscheint angemessen, insgesamt einen Fehler von 300 % anzunehmen. Dementsprechend ist von einer lognormal Verteilung auszugehen.

12.5.2 Assessment of N₂O emissions / Bestimmung der N₂O-Emissionen

12.5.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Agricultural soils are considered a key source with respect to indirect N₂O emissions. Hence, this applies to the emissions resulting from leached and run off nitrogen.

The Tier 1 methodology in IPCC(2006)-11.21 calculates N₂O emissions as a constant share of the N input to soils. (The fraction x_{leach} is identical to the fraction $Frac_{\text{LEACH}}$ defined by IPCC, see also Chapter 14.1.6.)

Landwirtschaftliche Böden gelten hinsichtlich der indirekten N₂O-Emissionen als Hauptquellgruppe. Dies gilt dann auch für die Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N.

Das Stufe-1-Verfahren nach IPCC(2006)-11.21 ermittelt die N₂O-Emissionen als konstanten Anteil der in den Boden eingetragenen N-Mengen. (Die Größe x_{leach} entspricht der IPCC-Größe $Frac_{\text{LEACH}}$, s. auch Kapitel 14.1.6.)

$$E_{\text{N}_2\text{O, leach}} = (F_{\text{man}} + F_{\text{fert}} + F_{\text{SS}} + F_{\text{CR}} + F_{\text{MOS}}) \cdot x_{\text{leach}} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O, leach}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}} \quad (12.18)$$

where

$E_{\text{N}_2\text{O, leach}}$	emission rate of N ₂ O (leaching and run off) (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
F_{man}	N input with slurry and manure, including grazing (in Gg a ⁻¹ N)
F_{fert}	N input with mineral fertilisers (in Gg a ⁻¹ N)
F_{sl}	N input with sewage sludge (in Gg a ⁻¹ N)
F_{CR}	N input with crop residues, including N fixed by legumes (in Gg a ⁻¹ N)
F_{MOS}	N input from mineralisation of organic soils (in Gg a ⁻¹ N)
x_{leach}	share of N liable to leaching and run off (0.30 kg kg ⁻¹ N)
$EF_{\text{N}_2\text{O, leach}}$	emission factor for N from leaching and run off (in kg kg ⁻¹ N)
$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

12.5.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The default emission factor proposed in IPCC(2006)-11.24 is used: $EF_{\text{leach}} = 0.0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$.

Comparison of parameters provided in the IPCC 1996 and IPCC 2006 guidelines

The IPCC 1996 emission factor ($EF_5 = 0.025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) represents the poor knowledge available at the time.

The emission factor derived for IPCC 2006, Table 11.3 ($EF_5 = 0.0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) includes the knowledge gained since then. (see dates of publications listed in IPCC 2006, Table 11.3, and footnote 23).

The new data set agrees with the German situation (Weymann et al., 2008). Hence, the emission factor given in IPCC (2006) is used.

Uncertainty of emission factor

IPCC(2006)-11.24 estimates an uncertainty range (i. e. the 95% confidence interval) of $0.0005 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ to $0.025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$. Hence, the distribution is asymmetric (lognormal). The larger of the two resulting uncertainties is used in accordance with IPCC(2000)-6.14. The ratio of $0.025/0.0075 = 3.3$ then results in a relative uncertainty of 230 % of the emission factor used. This uncertainty is defined as the interval between the emission factor used and the upper boundary of the 95 % confidence interval.

12.6 Intercomparison of N_2O emission factors with those in neighbouring countries / Vergleich von N_2O -Emissionsfaktoren mit denen benachbarter Staaten

In Table 12.4 a comparison is made of N_2O emission factors for soils between countries whose agricultural practice may be compared to German conditions (latest published results) and German data in this inventory.

In the inventory at hand, Germany makes use of the default emission factors according to IPCC(1996) as is done by most of the neighbouring countries. However, for the indirect N_2O emissions from leached and run off N Germany applies the emission factor given by IPCC (2006) as is justified in Chapter 12.5.2.2.

Es wird der in IPCC(2006)-11.24 vorgeschlagene default-Emissionsfaktor benutzt: $EF_{\text{leach}} = 0,0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$.

Vergleich von Parametern in den IPCC-1996- und IPCC-2006-Richtlinien

Der in IPCC (1996) beschriebene Emissionsfaktor ($EF_5 = 0.025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) ist Ausdruck des spärlichen Stands des Wissens zu dieser Zeit.

Der in IPCC (2006), Tabelle 11.3 aufgeführte Emissionsfaktor ($EF_5 = 0.0075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$) macht den Wissenszuwachs des Jahrzehnts deutlich, siehe auch die Erscheinungsdaten der in IPCC, 2006, Tabelle 11.3 und Fußnote 23, hinzugezogenen Veröffentlichungen.

Die neuen Daten beschreibt die deutsche Situation deutlich besser (Weymann et al., 2008). Daher wird der Emissionsfaktor nach IPCC (2006) verwendet.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Der Unsicherheitsbereich (interpretiert als 95 %-Konfidenzintervall) wird von IPCC(2006)-11.24 mit $0,0005 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ bis $0,025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angegeben. Demnach handelt es sich um eine asymmetrische Verteilung (lognormal). Von den beiden daraus resultierenden unterschiedlichen Unsicherheiten wird entsprechend IPCC(2000)-6.14, die größere verwendet: Aus dem Verhältnis von $0,025/0,0075 = 3,3$ ergibt sich eine relative Unsicherheit (d. h. ein Intervall zwischen verwendetem Emissionsfaktor und oberer Grenze des 95 %-Konfidenzintervalles) von 230 % des verwendeten Emissionsfaktors.

In Table 12.4 erfolgt für Böden eine Gegenüberstellung von N_2O -Emissionsfaktoren für Deutschland und Länder, deren Landwirtschaft der deutschen ähnlich ist. Die Daten des vorliegenden Inventars werden den zuletzt veröffentlichten der anderen Länder gegenüber gestellt.

Deutschland verwendet Inventar wie die meisten Nachbarstaaten die default-Emissionsfaktoren nach IPCC(1996). Eine Ausnahme stellen die deutschen indirekten N_2O -Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N dar, wofür auf den Emissionsfaktor aus IPCC(2006) zurückgegriffen wird (zur Begründung siehe Kapitel 12.5.2.2).

Table 12.4: Soils, intercomparison of N₂O emission factors
 (Germany: submission 2010, all other countries: submission 2009)

	$EF_{N_2O, \text{min_fert}}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$EF_{N_2O, \text{manure}}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$EF_{N_2O, \text{legumes}}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$EF_{N_2O, \text{crop_residues}}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$EF_{N_2O, \text{grazing}}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$EF_{N_2O, \text{deposition}}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N	$EF_{N_2O, \text{leaching}}$ in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N
Austria	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0200
Belgium	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Czech Republic	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Denmark	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Germany	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0075
France	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
Netherlands	0.0106	0.0200	0.0100	0.0100	0.0165	0.0100	0.0250
Poland	0.0089	0.0100	0.0100	0.0100	0.0200	0.0100	0.0250
Switzerland	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250
United Kingdom	0.0125	0.0125	0.0125	0.0125	0.0200	0.0100	0.0250

Source: UNFCCC (2009), Table 4.Ds1

12.7 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 12.5: Cultures with fertilisers, related tables in the Tables volume

			from	to
Emissions	Emissionen	NH ₃ , legumes	EM1002.01	
		N ₂ O, legumes	EM1002.04	
		NO, legumes	EM1002.11	
		NH ₃ , animal grazing	EM1002.02	
		N ₂ O, animal grazing	EM1002.05	
		NO, animal grazing	EM1002.12	
		N ₂ O, crop residues	EM1002.06	
		NO, crop residues	EM1002.13	
		N ₂ O, indirect, deposition	EM1002.07	
N ₂ O, indirect, leaching	EM1002.08			
Activity data	Aktivitäten	areas and yields, arable and grassland	AC1002.01	AC1002.121
		N fixed by legumes	AC1002.122	
		N inputs grazing	AC1002.123	AC1002.125
		N in crop residues	AC1002.126	
		N deposited	AC1002.127	
		N input liable to leaching	AC1002.128	AC1002.131
Emission factors	Emissionsfaktoren	NH ₃ , legumes	IEF1002.01	
		N ₂ O, legumes	IEF1002.03	
		NO, legumes	IEF1002.08	
		NH ₃ , animal grazing	IEF1002.02	
		N ₂ O, animal grazing	IEF1002.04	
		NO, animal grazing	IEF1002.09	
		N ₂ O, crop residues	IEF1002.05	
		NO, crop residues	IEF1002.10	
		N ₂ O, indirect, deposition	IEF1002.06	
N ₂ O, indirect, leaching	IEF1002.07			
Additional information	zusätzliche Informationen		AI1002.01	AI1002.04

13 Pesticides and Limestone / Pestizide und Düngekalk

13.1 Pesticides / Pestizide

Pesticides are taken into consideration as a consequence of the POPs protocol. Only the emissions of a limited number of pesticides have to be reported.

In Germany, the application of those pesticides is banned by law since many years. Only lindane was still applied in the 1990ies.

Pestizide werden unter dem Gesichtspunkt des POPs-Protokolls erfasst. Dabei sind nur die Emissionen ausgewählter Pestizide berichtspflichtig.

Die Anwendung dieser Pestizide ist in Deutschland seit langem gesetzlich verboten. Lediglich Lindan wurde in den 1990er Jahre noch angewandt.

13.1.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Instead of the amounts applied, the amounts sold in Germany are used as activities.

Quantities sold:

Amounts were communicated by Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), Institute for Technology Assessment in Plant Protection, Klein Machnow.

Anstelle der ausgebrachten Mengen werden die in Deutschland verkauften Mengen als Aktivitäten angesehen.

Verkaufte Produktmengen:

Die Mengen sind Angaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Folgenabschätzungen im Pflanzenschutz, Klein-Machnow.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Activity data are communicated voluntarily by the producers. Uncertainties are not reported. In this inventory, 10 % are assumed with a normal distribution.

Uncertainty of activity data

Die Angaben basieren auf freiwilligen Mitteilungen der Produzenten. Unsicherheiten werden nicht angegeben. Angenommen werden 10 %, normal verteilt.

13.1.2 Assessment of pesticide emissions / Bestimmung der Pestizid-Emissionen

13.1.2.1 The method applied / Angewandte Methode

Emissions are directly related to the amounts applied.

Die Emissionen werden direkt auf die ausgebrachten Mengen bezogen.

$$E_{\text{pest}} = \sum_i m_{\text{pest}, i} \cdot EF_{\text{pest}, i} \quad (13.1)$$

where

E_{pest}	total emission of pesticides (in Mg a ⁻¹)
m_{pest}	mass of individual pesticide applied (in Mg a ⁻¹)
EF_{pest}	emission factor for individual pesticide (in kg kg ⁻¹)

13.1.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The methodology described in EMEP(2007)-B1060-3 uses the emission factors listed in Table 13.1. Emission factors depend on the vapour pressure of the respective compounds and are classified accordingly (see EMEP(2007)-B1060, Table 8.1).

Das bei EMEP(2007)-B1060-3 beschriebene Verfahren benutzt die in Table 13.1 genannten Emissionsfaktoren. Die Emissionsfaktoren sind dampfdruckabhängig und wurden entsprechend klassiert (s. EMEP(2007)-B1060, Table 8.1).

Table 13.1: Pesticides, emission factors

Pesticide	Type	EF_{pest} [kg kg ⁻¹]
Aldrin	insecticide	0.50
Chlordane	insecticide	0.95
DDT	insecticide	0.05
Dieldrin	insecticide	0.15
Endrin	insecticide	0.05
Heptachlor	insecticide	0.95
HCB (hexachlorobenzene)	fungicide	0.50
Mirex	insecticide	0.15
Toxaphene	insecticide	0.15
PCP (pentachlorophenol)	fungicide	0.95
Lindane	insecticide	0.50

Source: EMEP(2007)-B1060-3, Table 4.1

Uncertainty of emission factors

EMEP(2007)-B-1060-9 suggests an uncertainty of 200 to 500 %. 300 % and a normal distribution seems to be adequate.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2007)-B-1060-9 schlägt vor, eine Unsicherheit von 200 bis 500 % anzunehmen. Wir schlagen 300 % und Normalverteilung vor.

13.2 Limestone / Düngekalk

Limestone comprises the carbonates of calcium and magnesium either as pure substances or as additives.

Lime as CaCO₃ is also contained in calcium ammonium nitrate. The amounts sold of this fertiliser are included accordingly.

Düngekalk umfasst alle Carbonate von Calcium und Magnesium als reine Stoffe oder als Beimengungen.

Düngekalk im Sinne dieses Inventars sind deshalb auch die CaCO₃-Mengen in Kalkammonsalpeter. Sie werden ebenfalls erfasst.

13.2.1 Activity data / Aktivitätsdaten

Activities are the quantities sold as reported in official statistics in StatBA FS 4, R 8.2, for each year.. In general, liming agents including magnesium carbonate are reported as CaO in the German statistics. However, calcium ammonium nitrate is reported as N.

For the period from 1990 to 1993, the only data available for the New Länder was the total of limestone sold in 1990, given as CaO (Statistisches Bundesamt, 1993). The annual amounts for 1991 to 1993 are expert guesses. The detailed distribution data for 1994 were used to assign subtotals to the New Länder (Brandenburg: 30 %, Mecklenburg-Vorpommern: 20 %, Sachsen-Anhalt: 14 %, Sachsen: 25 %, Thüringen: 6 %).

The results are listed in Table 13.2.

Als Aktivität werden die verkauften Produktmengen nach StatBA FS 4, R 8.2, für jedes Jahr angenommen. Die deutsche Statistik berichtet kalkhaltige Dünger und Magnesiumcarbonate in der Regel als CaO. Kalkammonsalpeter wird als N berichtet.

Für die Neuen Bundesländer lagen 1990 bis 1993 Düngemittelangaben nur als Summe der verkauften Düngekalk-Mengen von 1990 vor, angegeben als CaO (Statistisches Bundesamt, 1993). Die jährlichen Mengen für 1991 bis 1993 wurden geschätzt: Die auf die Bundesländer entfallenden Teilmengen wurden anhand eines Schlüssels berechnet, der aus den Verteilungen nach 1994 gewonnen wurde (Brandenburg: 30 %, Mecklenburg-Vorpommern: 20 %, Sachsen-Anhalt: 14 %, Sachsen: 25 %, Thüringen: 6 %).

Zu den Ergebnissen s. Table 13.2

Table 13.2: Lime, distribution of the amounts of lime in the New Länder (in Mg CaO).
Bold numbers: estimates in accordance with Umweltbundesamt

Year	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern	Sachsen-Anhalt	Sachsen	Thüringen
1990	430500	287000	215250	358750	143500
1991	210000	140000	105000	175000	70000
1992	90000	60000	45000	75000	30000
1993	90000	60000	45000	75000	30000
1994	103448	51000	37947	68926	16236

Uncertainty of activity data

There are no data concerning the uncertainty. Following EMEP(2007)-B1010-26, an uncertainty (standard deviation) of 10 % is assumed for the amounts applied. A normal distribution is considered adequate.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Angaben zu Unsicherheiten existieren nicht. In Anlehnung an EMEP(2007)-B1010-26 wird eine Unsicherheit (Standardabweichung) der ausgebrachten Mengen von 10 % angenommen. Es wird von einer normalen Verteilung ausgegangen.

13.2.2 Assessment of carbon dioxide emissions / Bestimmung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen

13.2.2.1 The method applied / Angewandte Methode

The calculation procedure assesses the long-term release of CO₂ according to the stoichiometric fraction.

Das Rechenverfahren bestimmt mit Hilfe der stöchiometrischen Rechnung die langfristig freigesetzte CO₂-Menge.

$$E_{\text{lime}} = \sum_1^i m_{\text{lime}, i} \cdot EF_{\text{lime}, i} \quad (13.2)$$

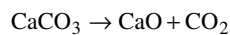
where

E_{lime} total emission of C or CO₂ from liming (in Mg a⁻¹)
 m_{lime} mass of individual liming agent applied (Mg a⁻¹)
 EF_{lime} emission factor (carbon conversion factor) for individual liming agent (in kg kg⁻¹)

13.2.2.2 Emission factors / Emissionsfaktoren

The procedure given in EMEP(2007)-B1060-6 is also the best approach possible.

According to the formal relation



an emission factor $EF_{\text{CO}_2(\text{CaO})} = 44/56$ can be deduced (related to the amount of CaO).

The CO₂ emissions from calcium ammonium nitrate (CAN) are calculated assuming that the CaCO₃ content in CAN is 0.229 kg kg⁻¹. This value is obtained when using the producer information that the N content in CAN is 27 % (YARA, 2009). Then from the molar masses of the CAN constituents NH₄NO₃ and CaCO₃ immediately follows their respective fractions of the total CAN weight: 77,1 % and 22,9 %, respectively. This leads for CO₂ to a fraction of about 10.1 % of the total CAN weight, which eventually permits to estimate the CO₂ emissionfactor related to the n content of CAN: $EF_{\text{CO}_2(\text{N})} = 37.2 \%$.

Uncertainty of emission factor

The emissionsfactor $EF_{\text{CO}_2(\text{CaO})}$ is exact by definition. The same holds for $EF_{\text{CO}_2(\text{N})}$ in case of a given N content in the calcium ammonium nitrate.

Das bei EMEP(2007)-B1060-6 angegebene Verfahren ist gleichzeitig das bestmögliche Verfahren.

Aus der formalen Beziehung

ergibt sich ein Emissionsfaktor $EF_{\text{CO}_2(\text{CaO})}$ von 44/56, bezogen auf die CaO-Menge.

Die CO₂-Emissionen aus Kalkammonsalpeter (KAS) werden auf der Grundlage berechnet, dass der Gewichtsanteil von CaCO₃ 0,229 kg kg⁻¹ beträgt. Dieser Wert gründet sich auf der Herstellerangabe von YARA (YARA, 2009), dass Kalkammonsalpeter 27 % N enthält, woraus sich mittels der Molmassen der beiden KAS-Bestandteile NH₄NO₃ und CaCO₃ deren Anteile am KAS-Gesamtgewicht berechnen lassen (77,1 % bzw. 22,9 %). Daraus folgt ein CO₂-Gewichtsanteil von 10,1 %, woraus sich schließlich der auf die im KAS enthaltene N-Menge zu beziehende Emissionsfaktor $EF_{\text{CO}_2(\text{N})}$ von 37,2 % ergibt.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Der Emissionsfaktor $EF_{\text{CO}_2(\text{CaO})}$ ist per Definition exakt. Gleiches gilt bei gegebenem N-Gehalt im Kalkammonsalpeter für $EF_{\text{CO}_2(\text{N})}$.

13.2.3 Reference to information provided in the Tables volume / Hinweis auf die im Tabellenband zusammengestellten Informationen

Table 13.3: Pesticides and liming, related tables in the Tables volume

			From	To
Emissions	Emissionen	NM VOC, pesticides	EM1006.01	
		CO ₂ , liming	EM1006.02	EM1006.03
Activity data	Aktivitäten	NM VOC, pesticides	AC1006.01	
		CO ₂ , liming	AC1006.02	AC1006.04
Emission factors	Emissionsfaktoren	NM VOC, pesticides	--	
		CO ₂ , liming	--	
Additional information	zusätzliche Informationen		--	

14 Calculation of fractions / Berechnung von Verhältniszahlen

14.1 Calculation procedures / Berechnungsverfahren

14.1.1 *Fraction of crop residue burned ($Frac_{BURN}$) / Anteil der Ernterückstände, die auf dem Feld verbrannt werden ($Frac_{BURN}$)*

Burning of crop residues is allowed in a very limited number of cases (see Chapter 4.3). However, the amounts are unseizable. In any case, they are considered to be negligible.

Das Verbrennen von Ernterückständen ist in Deutschland nur in Ausnahmefällen erlaubt (vgl. Kapitel 4.3). Die Mengen sind nicht erfassbar und werden als vernachlässigbar angesehen.

14.1.2 *Fraction of livestock N excretion in excrements burned for fuel ($Frac_{FUEL}$) / Anteil der tierischen N-Ausscheidungen in Dung, der als Heizmaterial dient ($Frac_{FUEL}$)*

In Germany, dung is not used as fuel.

Die Nutzung von Dung als Brennstoff wird in Deutschland nicht praktiziert.

14.1.3 *Fraction of synthetic fertiliser N applied to soils that volatilises as NH_3 and NO_x ($Frac_{GASF}$) / Anteil der N-Menge, die vor und bei der Ausbringung von Mineräldüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($Frac_{GASF}$)*

$Frac_{GASF}$ is defined as follows:

$Frac_{GASF}$ ist wie folgt definiert:

$$Frac_{GASF} = \frac{E_{NH_3-N, fert} + E_{NO-N, fert}}{m_{fert}} \quad (14.1)$$

where

$Frac_{GASF}$	fraction of synthetic fertiliser N applied to soils that volatilises as NH_3 and NO_x (in $kg\ kg^{-1}$)
m_{fert}	amount of N applied with mineral fertilisers (in $Gg\ a^{-1}\ N$)
$E_{NH_3-N, fert}$	NH_3 nitrogen emitted from application of mineral fertilisers (in $Gg\ a^{-1}\ NH_3-N$)
$E_{NO-N, fert}$	NO nitrogen emitted from application of mineral fertilisers (in $Gg\ a^{-1}\ NO-N$)

Gaseous losses from the application of mineral fertilisers are described in Chapter 11.1.2. They depend on type and amount of the fertilisers applied, the system fertilised, and temperature.

Thus, $Frac_{GASF}$ is not a constant.

Die gasförmigen N-Verluste aus der Mineräldünger-Anwendung sind in Kapitel 11.1.2 beschrieben. Ihr Ausmaß ist abhängig von Art und Menge des Düngers, dem gedüngten System und der Temperatur.

$Frac_{GASF}$ ist daher keine Konstante.

14.1.4 *Fraction of livestock N excretion that volatilises as NH_3 and NO_x ($Frac_{GASM}$) / Anteil der N-Menge, die vor und bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern als NH_3 und NO_x emittiert wird ($Frac_{GASM}$)*

It has to be emphasized that the definitions given for $Frac_{GASM}$ in CRF-4.Ds2 a („Fraction of livestock N excretion that volatilizes as NH_3 and NO_x “) does not agree with that provided implicitly in Equation 11.9 in IPCC (2006)-11.21. If one solves this equation to yield $Frac_{GASM}$ one gets

Zu $Frac_{GASM}$ ist festzuhalten, dass die in CRF-4.Ds2 angegebene Definition („Fraction of livestock N excretion that volatilizes as NH_3 and NO_x “) nicht mit der Definition übereinstimmt, die implizit durch Gleichung 11.9 in IPCC (2006)-11.21 gegeben ist. Löst man diese Gleichung nach $Frac_{GASM}$ auf, erhält man:

$$Frac_{GASM, Eq. 11.9} = \frac{E_{N_2O-N} / EF_4 - F_{SN} \cdot Frac_{GASF}}{F_{ON} + F_{PRP}} \quad (14.2)$$

where

$Frac_{GASM, Eq. 11.9}$	$Frac_{GASM}$ as derived from Equation 11.9 in IPCC (2006)-11.21 (in Gg Gg ⁻¹)
E_{N_2O-N} / EF_4	total mission of N ₂ O-N from deposition of reactive N from NH ₃ -N and NO-N emitted from managed soils (in Gg a ⁻¹ N ₂ O-N)
$F_{SN} \cdot Frac_{GASF}$	emission of N ₂ O-N from deposition of reactive N from NH ₃ -N and NO-N emitted from the application of mineral fertiliser (in Gg a ⁻¹ N ₂ O-N)
F_{ON}	total amount of N from manure management, compost, sewage sludge and other organic N inputs into the soil (in Gg a ⁻¹ N)
F_{PRP}	amount of N excreted by animals on pasture, range and paddock (in Gg a ⁻¹ N)

The difference in the numerator of the above equation quantifies the N₂O emissions from animal manures only if N inputs with bedding, crop residues and imported manures remain unconsidered. The denominator includes amounts of N not excreted by animals. Hence, it contradicts the definition of $Frac_{GASM}$ in CRF-4.Ds2.

For these reasons, Equation 11.9 in IPCC(2006)-11.21 cannot be used to check the indirect emissions in the German inventory (CRF-4.Ds1.3.1).

In contrast to the definition in CRF-4.Ds2, the fraction $Frac_{GASM}$ as reported by Germany accounts for NH₃ and NO emissions originating from nitrogen inputs with bedding material and imported manures. This is a consequence of the application of the mass flow concept (see Chapter 3.5.2) and cannot be separated from the emissions from housing, storage and application. Hence the denominator is the sum of N in animal excreta, N in bedding and N in imported manures.

For the treatment of NO as a result of the application of animal manures (including the application of imported animal manures) and grazing we refer to Chapters 11.2 bzw. 12.2.

Due to the variation in time and space of the original data, $Frac_{GASM}$ is not a constant entity.

Die Differenz im Zähler entspricht nur dann der aus tierischen Ausscheidungen resultierenden indirekten N₂O-Emission, wenn N-Beiträge aus Einstreu, Leguminosenanbau, Ernterückständen und importiertem Wirtschaftsdünger unberücksichtigt bleiben. Der Nenner widerspricht durch Einbezug von N-Beiträgen, die nicht auf tierische N-Ausscheidungen zurückgehen, der $Frac_{GASM}$ -Definition in CRF-4.Ds2.

Aus diesen Gründen kann Gleichung 11.9 in IPCC (2006)-11.21 nicht dazu verwendet werden, die im deutschen Inventar berichteten indirekten N₂O-Emission (CRF-4.Ds1.3.1) zu überprüfen.

In Abweichung zur Definition in CRF-4.Ds2 beinhaltet das von Deutschland berichtete $Frac_{GASM}$ auch die NH₃- und NO-Emissionen, die auf den mit Einstreu und Wirtschaftsdünger-Importen eingebrachten Stickstoff zurückgehen. Dieser Anteil ist wegen der Anwendung des N-Fluss-Konzeptes (s. Kapitel 3.5.2) untrennbar mit den Emissionen aus Stall, Lager und Ausbringung verbunden. Bezugsgröße ist demnach auch die Summe aus tierischen N-Ausscheidungen, N aus Einstreu und N aus Wirtschaftsdünger-Importen.

Zu den NO-Emissionen infolge Wirtschaftsdünger-Ausbringung (einschließlich Ausbringung von Wirtschaftsdünger-Importen) und Weidegang siehe Kapitel 11.2 bzw. 12.2.

Wegen der zeitlich und räumlich variierenden Eingangsdaten ist $Frac_{GASM}$ keine Konstante.

$$Frac_{GASM} = \frac{E_{NH_3-N, MM} + E_{NH_3-N, grazing} + E_{NO-N, storage} + E_{NO-N, application} + E_{NO-N, grazing}}{m_{excr} + m_{straw} + m_{import}} \quad (14.3)$$

where

$Frac_{GASM}$	fraction of total nitrogen from animal excretion, import with bedding, and manure import that volatilizes as NH ₃ -N and NO-N (in Gg Gg ⁻¹)
$E_{NH_3-N, MM}$	emission flux of NH ₃ -N from manure management (in Gg a ⁻¹ NH ₃ -N)
$E_{NH_3-N, grazing}$	emission flux of NH ₃ -N from grazing (in Gg a ⁻¹ NH ₃ -N)
$E_{NO-N, storage}$	emission flux of NO-N from manure storage (in Gg a ⁻¹ NO-N)
$E_{NO-N, application}$	emission flux of NO-N caused by manure application, including application of manure imports (in Gg a ⁻¹ NO-N)
$E_{NO-N, grazing}$	emission flux of NO-N caused by N excretion on pasture (in Gg a ⁻¹ NO-N)
m_{excr}	amount of nitrogen excreted in animal houses and during grazing (in Gg a ⁻¹ N)
m_{straw}	amount of nitrogen added by bedding (in Gg a ⁻¹ N)
m_{import}	amount of nitrogen from manure imports (in Gg a ⁻¹ N)

14.1.5 Fraction of livestock N excreted and deposited onto soil during grazing ($Frac_{GRAZ}$) / Anteil des beim Weidegang ausgeschiedenen N an der Gesamtausscheidung von N ($Frac_{GRAZ}$)

$Frac_{GRAZ}$ is obtained using the following equation:

$Frac_{GRAZ}$ wird mit Hilfe der folgenden Beziehung berechnet:

$$Frac_{GRAZ} = \frac{m_{graz}}{m_{graz} + m_{yard} + m_{house}} \quad (14.4)$$

where

$Frac_{GRAZ}$	fraction of livestock N excreted and deposited onto soil during grazing
m_{graz}	amount of nitrogen excreted during grazing (in Gg a ⁻¹ N)
m_{yard}	amount of nitrogen excreted in yards (including milking parlour) (in Gg a ⁻¹ N)
m_{house}	amount of nitrogen excreted in the animal house (in Gg a ⁻¹ N)

14.1.6 Fraction of N input to soils that is lost through leaching and runoff ($Frac_{LEACH}$) / Anteil des N-Eintrags in Böden, der durch Auswaschung und Oberflächenabfluss verloren wird ($Frac_{LEACH}$)

The amount of N liable to form N₂O after leaching of N returned to soil or by runoff of surface waters is estimated in this inventory using a constant default fraction $Frac_{LEACH} = 0.30 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ in accordance with IPCC(2006)-11.21 f.

Der Anteil an N, der durch Auswaschung in die Böden eingetragenem N oder durch Oberflächenabfluss zur Bildung von N₂O verfügbar ist, wird in diesem Inventar nach IPCC(2006)-11.21 f mit einem festen Faktor $Frac_{LEACH} = 0.30 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ geschätzt.

$$Frac_{LEACH} = \frac{m_{leach}}{m_{returned}} \quad (14.5)$$

where

$Frac_{LEACH}$	Fraction of N input to soils that is lost through leaching and runoff (in kg kg ⁻¹)
m_{leach}	amount of nitrogen liable to N ₂ O formation after leaching and run-off (in Gg a ⁻¹ N)
$m_{returned}$	total amount of N input into soil (fertilisers, manure application, grazing, crop residues) (in Gg a ⁻¹ N)

14.1.7 Fraction of N in non-N-fixing crops ($Frac_{NCR0}$) / N-Anteil in Pflanzen außer Leguminosen ($Frac_{NCR0}$)

$Frac_{NCR0}$ is the fraction of nitrogen in non-N fixing plants without those parts which are removed from the field as crop product. It is calculated as weighted mean for cereals, rape, sugar and fodder beets, potatoes, grass and horticultural crops excluding peas and beans.

$Frac_{NCR0}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von nicht-N-fixierenden Pflanzen ohne Berücksichtigung der Ernteprodukte. Er wird als gewichtetes Mittel für Getreide, Raps, Zucker- und Futterrüben, Kartoffel, Gras und Gemüse ohne Erbsen und Bohnen ermittelt.

$$Frac_{NCR0} = \frac{Frac_{NCR0,AC} \cdot m_{AC} + Frac_{NCR0,HC} \cdot m_{HC}}{m_{AC} + m_{HC}} \quad (14.6)$$

$$Frac_{NCR0,AC} = \frac{\sum A_i \cdot y_i \cdot (a_{above,i} \cdot x_{N,above,i} + a_{below,i} \cdot x_{N,below,i})}{\sum A_i \cdot y_i \cdot (a_{above,i} + a_{below,i})} \quad (14.7)$$

$$Frac_{NCR0, HC} = \frac{\sum A_j \cdot y_j \cdot (a_i \cdot x_{N, j} + a_j \cdot x_{N, j} \cdot \delta_{HC} + x_{N, yield, j} \cdot \delta_{HC})}{\sum A_j \cdot y_j \cdot (a_j + a_j \cdot \delta_{HC} + \delta_{HC})} \quad (14.8)$$

where

$Frac_{NCR0}$	fraction of N in non-N-fixing agricultural and horticultural crops (in kg kg ⁻¹)
$Frac_{NCR0, AC}$	fraction of N in non-N-fixing agricultural crops (in kg kg ⁻¹)
$Frac_{NCR0, HC}$	fraction of N in non-N-fixing horticultural crops (in kg kg ⁻¹)
m_{AC}	total mass of agricultural crops (in kg)
m_{HC}	total mass of horticultural crops (in kg)
i	running index for agricultural crops
j	running index for horticultural crops
A_i	area covered by crop i (in ha)
y_i	yield of crop i , in fresh matter (in kg ha ⁻¹)
$a_{above, i}$	ratio of above ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, above, i}$	N content of above ground residues of crop i , related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
$a_{below, i}$	ratio of below ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, below, i}$	N content of below ground residues of crop i , related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
a_j	ratio of crop residues to crop yield of crop j (in kg kg ⁻¹)
$x_{N, j}$	N content of crop residues of crop j , related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
$x_{N, yield, j}$	N content of normally harvested parts of crop j , related to fresh matter (in kg kg ⁻¹ N)
δ_{HC}	not harvested horticultural crops factor ($\delta_{HC} = 20/80$ kg kg ⁻¹)

The relevant areas and yields are reported in the official statistics. All other parameters needed are listed in Table 12.2 and Table 12.3.

Flächen und Erträge werden dabei der amtlichen Statistik entnommen, alle anderen wesentlichen Größen sind in Table 12.2 und Table 12.3 aufgelistet.

14.1.8 Fraction of N in N-fixing crops ($Frac_{NCRBF}$) / N-Anteil in Leguminosen ($Frac_{NCRBF}$)

$Frac_{NCRNF}$ is the fraction of nitrogen in N fixing plants without those parts which are removed from the field as crop product. It is calculated as weighted mean for legumes. Here, peas, broad beans, lupines, clover and clover-grass/clover-alfalfa mixtures, alfalfa, horticultural peas, French beans and runner beans are considered. The calculation procedure equals that described in Chapter 14.1.7. The same data source is used.

$Frac_{NCRBF}$ beschreibt den N-Anteil an der Trockenmasse von N-fixierenden Pflanzen ohne Berücksichtigung der Ernteprodukte. Er wird als gewichtetes Mittel für Leguminosen berechnet. Berücksichtigt werden Futtererbsen, Ackerbohnen, Gelblupinen, Klee, kleehaltige Gemische, Luzerne, Gemüseeerbsen, Buschbohnen und Stangenbohnen. Das Rechenverfahren entspricht dem in Kapitel 14.1.7 beschriebenen, ebenso die Herkunft der benötigten Daten.

14.1.9 Fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product ($Frac_{Remove}$) / Anteil der oberirdischen Biomasse, der als Ernteprodukt abgefahren wird ($Frac_{Remove}$)

The calculation of $Frac_{Remove}$ is not described unambiguously in the underlying IPCC guidance documents: IPCC(2006)-11.15 does not give a calculation procedure.

CRF Table 4.D gives an inconsistent explanation. However, CRF Table 4.Ds2 contains the reasonable information "Fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product". This serves as a basis for the calculation performed here.

The fraction mentioned can be assessed reasonably for those crops of which above ground crop products are removed. This inventory calculates $Frac_{Remove}$ for cereals, rape, peas, beans, lupines, grass and

Die Berechnung von $Frac_{Remove}$ nach IPCC(2006)-11.15 ist nicht eindeutig beschrieben oder nicht unmittelbar einsichtig.

Die CRF-Tabelle 4.D gibt eine widersprüchliche Erklärung. Lediglich die aktuelle CRF-Tabelle 4.Ds2 gibt als sinnvolle Rechenvorschrift „den Anteil der oberirdischen Biomasse, die als Erntegut abgefahren wird“ an.

Dieser Anteil lässt sich für diejenigen Feldfrüchte sinnvoll bestimmen, die oberirdische Früchte ausbilden. $Frac_{Remove}$ wird in diesem Inventar für Getreide, Raps, Erbsen, Bohnen, Lupinen und Gräser berechnet. Hackfrüchte und Gemüse werden nicht berücksichtigt, letztere wegen unzureichender Datengrundlage.

ignores root crops and horticultural crops, the latter due to insufficient data.

For the assessment of N₂O emissions from crop residues, the amounts of straw used as bedding have to be taken into account. They are quantified for each straw based system as described in the chapters on livestock production. However, these amounts are not considered as crop products.

Bei der Berechnung der N₂O-Emissionen aus Ernterückständen werden die Strohmenngen, die als Einstreu dienen, berücksichtigt. Sie werden für jedes strohgebundene Verfahren berechnet. Einzelheiten sind für jede Tierkategorie in den Kapiteln zur Tierproduktion aufgeführt. Diese Mengen werden nicht als Ernteprodukte bewertet.

$$Frac_{\text{Remove}} = Frac_{\text{R}} = \frac{\sum A_i \cdot y_i \cdot x_{\text{DM},i}}{\sum A_i \cdot y_i \cdot x_{\text{DM},i} \cdot (1 + a_{\text{above},i})} \quad (14.9)$$

where

$Frac_{\text{Remove}}$	fraction of total above-ground crop biomass that is removed from the field as a crop product (in kg kg ⁻¹)
i	running index for agricultural crops
A_i	area covered by crop i (in ha)
y_i	yield of crop i (in kg ha ⁻¹)
$x_{\text{DM},i}$	dry matter content of crop i (in kg kg ⁻¹)
$a_{\text{above},i}$	ratio of above ground residues to crop yield of crop i (in kg kg ⁻¹)

14.2 Tables volume: tables related to chapters 14.1.1 to 14.1.9/ Tabellenband: Tabellen zu den Kapiteln 14.1.1 to 14.1.9

Table 14.1: Fractions $Frac_x$, related tables in the Tables volume

$Frac_{\text{GASF}}$	AI1001.01	$Frac_{\text{GASF}}$	AI1001.01
$Frac_{\text{GASM}}$	AI1001.02	$Frac_{\text{GASM}}$	AI1001.02
$Frac_{\text{GRAZ}}$	AI1001.03	$Frac_{\text{GRAZ}}$	AI1001.03
$Frac_{\text{LEACH}}$	AI1002.01	$Frac_{\text{LEACH}}$	AI1002.01
$Frac_{\text{NCR0}}$	AI1002.02	$Frac_{\text{NCR0}}$	AI1002.02
$Frac_{\text{NCRBF}}$	AI1002.03	$Frac_{\text{NCRBF}}$	AI1002.03
$Frac_{\text{R}}$	AI1002.04	$Frac_{\text{R}}$	AI1002.04

14.3 Intercomparison with results from neighbouring countries / Vergleich mit Ergebnissen benachbarter Staaten

In Table 14.2 the fractions $Frac_{\text{GASF}}$, $Frac_{\text{GASM}}$, $Frac_{\text{GRAZ}}$, $Frac_{\text{LEACH}}$, $Frac_{\text{NCR0}}$, $Frac_{\text{NCRBF}}$ and $Frac_{\text{Remove}}$ obtained for Germany are compared with those reported for adjoining countries and countries, whose agricultural practice can be compared to German conditions.

The scatter in $Frac_{\text{GASF}}$ can be related to the use of urea. However, data on the frequency distribution of the application of the various mineral fertilisers are not available.

For problems with respect to a consistent definition of $Frac_{\text{GASM}}$ see Chapter 14.1.4.

For crop residues (non fixing crops), the detailed calculation to deduce $Frac_{\text{NCRBF}}$ resulted in a comparatively small value.

The scatter for $Frac_{\text{Remove}}$ is attributed to differences in the interpretation of the guidance documents.

In Table 14.2 sind die für Deutschland ermittelten Anteile $Frac_{\text{GASF}}$, $Frac_{\text{GASM}}$, $Frac_{\text{GRAZ}}$, $Frac_{\text{LEACH}}$, $Frac_{\text{NCR0}}$, $Frac_{\text{NCRBF}}$ und $Frac_{\text{Remove}}$ den Ergebnissen solcher Staaten, die benachbart sind oder deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, gegenüber gestellt.

Die Streuung bei $Frac_{\text{GASF}}$ kann auf unterschiedliche Anteile von Harnstoff zurück geführt werden. Die Beurteilung setzt dann die Verteilung der Düngermengen auf einzelne Sorten voraus.

Zu Problemen hinsichtlich einer konsistenten Definition von $Frac_{\text{GASM}}$ siehe Kapitel 14.1.4.

Bei den Ernterückständen außer Leguminosen $Frac_{\text{NCRBF}}$ hat dieses Inventar einen Wert deutlich unter dem default-Wert ergeben.

Die Streuung von $Frac_{\text{Remove}}$ wird auf unterschiedlich interpretierte Rechenweisen zurückgeführt.

Table 14.2: Fractions $Frac_x$, intercomparison of fractions explaining direct and indirect N₂O emissions
(Germany: submission 2010, all other countries: submission 2009)

	$Frac_{GASF}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{GASM}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{GRAZ}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{LEACH}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{NCR0}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{NCRBF}$ in kg kg ⁻¹	$Frac_{Remove}$ in kg kg ⁻¹
Austria	0.035	0.20	0.14	0.30	0.009	0.026	0.34
Belgium							
Czech Republic	0.100	0.20	0.14	0.30	0.03	0.015	0.15
Denmark	0.019	0.20	0.09	0.33			0.24
Germany	0.051	0.291	0.126	0.30	0.023	0.046	0.566
France	0.100	0.20	0.41	0.30		0.03	
Netherlands							
Poland	0.100	0.20	0.05	0.30	0.01	0.05	
Switzerland	0.067	0.33	0.12	0.20	0.008	0.029	0.67
United Kingdom	0.100	0.20	0.52	0.30	0.015	0.03	0.45
IPCC(1996)-4.94	0.100	0.20		0.30	0.015	0.03	
IPCC(2006)-11.24							

Source: UNFCCC (2009), Table 4.Ds2

15 Assessment of the uncertainties of the emission inventory / Bestimmung der Unsicherheiten des Emissionsinventars

The assessment of the overall uncertainty of the emissions of a chemical species is achieved by combining the uncertainties of the respective implied emission factors (IEF) and activities (animal numbers, areas). However, the overall complexity of the emission calculations proves to be quite a problem for a direct derivation of uncertainties of the IEF from the uncertainties of the partial emission factors involved in the calculation procedures.

The following chapters discuss the uncertainties of all relevant implied emission factors. As far as possible at the time being, uncertainties are estimated using a Gaussian error propagation calculation (see Chapter 15.1). This presupposes the (simplifying) assumption that the input data show normal frequency distributions. However, this is in line with the Tier 1 approach recommended in the IPCC (2000) chapter "Quantifying Uncertainties in Practice".

A separate chapter combines the uncertainties of the implied emission factors to assess the overall uncertainty of the greenhouse gas emissions reported for the German agriculture. Again, calculations follow the recommendations of the IPCC (2000) chapter "Quantifying Uncertainties in Practice".

Die Unsicherheiten (Betrag und Verteilungstyp) von effektiven Emissionsfaktoren (IEF) werden – neben der Unsicherheit der Aktivität (Tierzahl, Fläche) – zur Beurteilung der Unsicherheit der nationalen Gesamtemission einer Spezies benötigt. Dabei steht vielfach die Komplexität der Emissionsberechnung einer direkten Ableitung der IEF-Unsicherheiten aus den Unsicherheiten der partiellen Emissionsfaktoren entgegen.

Die nachfolgenden Kapitel gehen auf die Unsicherheiten aller relevanten effektiven Emissionsfaktoren ein. Soweit derzeit möglich wird eine Schätzung auf Grundlage der Gaußschen Fehlerrechnung (s. Kapitel 15.1) vorgenommen. Dazu wird vereinfachend vorausgesetzt, dass die eingehenden Größen normalverteilt sind. Dies entspricht dem in IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebenen Stufe-1-Verfahren.

Aufbauend auf den Unsicherheiten der effektiven Emissionsfaktoren wird in einem separaten Kapitel die Unsicherheit des Treibhausgas-Inventars der deutschen Landwirtschaft behandelt. Dies erfolgt ebenfalls auf Grundlage der Ausführungen in IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“.

15.1 Gaussian error propagation / Gaußsche Fehlerfortpflanzung

In the following chapters, the absolute uncertainty of an entity y is described using the standard deviation $s(y)$ (see context of Equation 6.3 in IPCC, 2000).

The standard deviation $s(y)$ of an entity y which is calculated from more than one entity x_i ($i=1, 2, \dots, n$), is derived from the uncertainties of the input data $s(x_i)$ using the Gaussian error propagation procedure as follows:

$$s(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \cdot s(x_i) \right)^2} \quad (15.1)$$

The relative uncertainty $u(y)$ is defined as

$$u(y) = \frac{s(y)}{y} \quad (15.2)$$

This leads to the method describing the aggregation of relative uncertainties $u_{x,i} = s_{x,i} / x_i$, whenever y is the sum of n entities x_i ($i=1, 2, \dots, n$) (IPCC, 2000, Equation (6.3)):

Im Folgenden wird die absolute Unsicherheit einer Größe y durch die Standardabweichung $s(y)$ beschrieben (vgl. Kontext zu Gleichung 6.3 in IPCC, 2000).

Die Standardabweichung $s(y)$ einer Größe y , die sich aus mehreren Größen x_i , ($i=1, 2, \dots, n$) berechnet, ergibt sich nach dem Gaußsche Fehlerfortpflanzungsgesetz aus den Unsicherheiten $s(x_i)$ der eingehenden Größen:

Für die relative Unsicherheit $u(y)$ gilt:

Hieraus folgt die in IPCC (2000) angegebene Regel (Equation (6.3)) zur Aggregation von relativen Unsicherheiten $u_{x,i} = s_{x,i} / x_i$, wenn y eine Summe aus n Größen x_i ist ($i=1, 2, \dots, n$):

$$u(y) = \frac{\sqrt{[u(x_1) \cdot x_1]^2 + [u(x_2) \cdot x_2]^2 + \dots + [u(x_n) \cdot x_n]^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n} \quad (15.3)$$

This method can be generalized, so that negative entities x_i can be dealt with also. In this case the term underneath the radical sign remains unchanged, whereas in the denominator the respective sign becomes negative.

If y is a product from n entities x_i ($i=1, 2, \dots, n$), the error propagation is calculated as in IPCC (2006), Equation (6.4):

$$u(y) = \sqrt{[u(x_1)]^2 + [u(x_2)]^2 + \dots + [u(x_n)]^2} \quad (15.4)$$

This procedure is valid without change if one or more x_i are divisors.

When the function y becomes a function $y' = c \cdot y$ by multiplying with a constant factor c , the absolute uncertainty calculated using Equation (15.1) becomes $s(y') = c \cdot s(y)$. Hence, Equation (15.2) leads to the conclusion that the relative uncertainty of y' equals that of y : $u(y') = u(y)$. This is made use of in Chapter 15.6.

Any calculation combining the basic arithmetical operations can be dealt with by application of a combination of the error propagation methods described above. However, this leads to only an approximation to the correct value that would be obtained from a strict application of Equation (15.1).

Hence, the Gaussian error propagation calculation is carried out using Equation (15.1) unless otherwise stated.

Diese Regel lässt sich verallgemeinern, so dass auch negative x_i berücksichtigt werden können. Dazu bleibt der Ausdruck unter der Wurzel unverändert, während im Nenner an entsprechender Stelle das negative Vorzeichen einzusetzen ist.

Wenn y ein Produkt aus n Größen x_i ($i=1, 2, \dots, n$) ist, ergibt sich die in IPCC (2000) als Gleichung (6.4) angegebene Regel:

Diese Regel gilt ohne Veränderung auch für den Fall, dass ein oder mehrere x_i als Divisoren auftreten.

Wird Funktion y durch Multiplikation mit einer Konstanten c zur Funktion $y' = c \cdot y$, so ergibt sich aus Gleichung (15.1) die absolute Unsicherheit mit $s(y') = c \cdot s(y)$. Damit folgt schließlich aus Gleichung (15.2), dass die relative Unsicherheit von y' gleich derjenigen von y ist: $u(y') = u(y)$. Hiervon wird in Kapitel 15.6 Gebrauch gemacht.

Soll für eine Berechnung, in der die vier Grundrechenarten kombiniert sind, eine Fehlerfortpflanzungsrechnung durchgeführt werden, ist eine Kombination der oben angeführten Regeln möglich. Das Ergebnis ist allerdings nur eine Näherung des korrekten Ergebnisses nach Gleichung (15.1).

Wenn nicht anders erwähnt, wird im Folgenden die Gaußsche Fehlerrechnung in Form von Gleichung (15.1) angewendet.

15.2 Uncertainty of the implied emission factors for methane / Unsicherheit der effektiven Emissionsfaktoren für Methan

15.2.1 Methane from enteric fermentation / Methan aus der Verdauung

For the calculation of methane emissions from enteric fermentation see also Chapter 3.3. The assessment of the respective uncertainty using the Gaussian error propagation calculation remains problematic as not all input data can be characterized by adequate uncertainties. Hence, the uncertainty of the emission factor is fixed at 20 % in accordance with IPCC(2006)-10.33 (30 % for sheep and goats).

Die Berechnung von Methan-Emissionen aus der Verdauung erfolgt nach Kapitel 3.3. Die Ermittlung der Unsicherheit des Emissionsfaktors ist mit Hilfe der Gaußschen Fehlerfortpflanzungsrechnung problematisch, da nicht für alle eingehenden Größen Unsicherheiten bekannt sind. Daher wird entsprechend der Diskussion in IPCC(2006)-10.33 eine Unsicherheit des Emissionsfaktors von 20 % angesetzt (30 % for Schafe und Ziegen).

15.2.2 Methane from manure management / Methan aus Wirtschaftsdünger-Management

The calculation of methane emissions from manure management follows IPCC(2006)-10.37, see also Chapter 3.4.3. Again, many of the input data cannot

Zur Berechnung von Methan-Emissionen aus der Wirtschaftsdünger-Management siehe Kapitel 3.4.3. Nicht für alle eingehenden Größen sind Unsicherhei-

be characterized by their uncertainties. Hence, a Gaussian error propagation cannot be applied. Instead, the uncertainty of 20 % as recommended by IPCC(2006)-10.48 is used.

ten bekannt, so dass die Gaußschen Fehlerfortpflanzungsrechnung nicht angewendet werden kann. Es wird stattdessen nach IPCC(2006)-10.48 eine Unsicherheit von 20 % angesetzt.

15.3 Uncertainties of the implied emission factors for N₂O / Unsicherheiten der effektiven Emissionsfaktoren für N₂O

15.3.1 Uncertainty of the IEF for N₂O from storage / Unsicherheit des IEF für N₂O aus dem Lager

The calculation of the relative uncertainties of IEF for N₂O emissions from storage makes use of a Gaussian error propagation calculation on the national scale. The methodology described below is applicable to each animal category.

The implied emission factor (IEF) is

$$IEF_{N_2O-N, storage} = TAN_{storage} \cdot EF_{N_2O-N, storage} \quad (15.5)$$

where

$IEF_{N_2O-N, storage}$	implied N ₂ O-N emission factor for storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$TAN_{storage}$	TAN entering storage from housing (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{N_2O-N, storage}$	partial N ₂ O-N emission factor for storage, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

$TAN_{storage}$ is a function of the amount of TAN input into the house, $TAN_{housing}$, and the NH₃ emission from the house:

$TAN_{storage}$ ist eine Funktion des im Stall durch tierische Ausscheidung anfallenden $TAN_{housing}$ und der NH₃-Emission aus dem Stall:

$$TAN_{storage} = TAN_{housing} \cdot (1 - EF_{NH_3-N, housing}) \quad (15.6)$$

where

$TAN_{storage}$	TAN entering storage from housing (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$TAN_{housing}$	TAN as excreted by an animal (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{NH_3-N, housing}$	partial NH ₃ -N emission factor for housing, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

Hence, the implied emission factor is

Damit wird der effektive Emissionsfaktor zu:

$$IEF_{N_2O-N, storage} = TAN_{housing} \cdot (1 - EF_{NH_3-N, housing}) \cdot EF_{N_2O-N, storage} \quad (15.7)$$

where

$IEF_{N_2O-N, storage}$	implied N ₂ O-N emission factor for storage (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ N)
$TAN_{housing}$	TAN excreted in the house (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{NH_3-N, housing}$	partial NH ₃ -N emission factor for housing, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)
$EF_{N_2O-N, storage}$	partial N ₂ O-N emission factor for storage, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

Then the absolute uncertainty of the implied emission factor can be obtained from the following equation:

Die absolute Unsicherheit des effektiven Emissionsfaktors wird dann aus folgender Beziehung ermittelt:

$$s(IEF_{N_2O-N, storage}) = \sqrt{\left(\frac{\partial IEF_{N_2O-N, storage}}{\partial TAN_{housing}} \cdot s(TAN_{housing})\right)^2 + \left(\frac{\partial IEF_{N_2O-N, storage}}{\partial EF_{NH_3-N, housing}} \cdot s(EF_{NH_3-N, housing})\right)^2 + \left(\frac{\partial IEF_{N_2O-N, storage}}{\partial EF_{N_2O-N, storage}} \cdot s(EF_{N_2O-N, storage})\right)^2} \quad (15.8)$$

where

$s(IEF_{N_2O-N, storage})$	uncertainty of the implied N_2O-N emission factor for storage (in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ N$)
$IEF_{N_2O-N, storage}$	implied N_2O-N emission factor for storage (in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ N$)
$TAN_{housing}$	TAN as excreted by an animal (in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ TAN$)
$s(TAN_{housing})$	uncertainty of TAN excreted in the house (in $kg\ pl^{-1}\ a^{-1}\ TAN$)
$EF_{NH_3-N, housing}$	partial NH_3-N emission factor for housing, related to TAN (in $kg\ kg^{-1}\ N$)
$s(EF_{NH_3-N, housing})$	uncertainty of the partial NH_3-N emission factor for housing, related to TAN (in $kg\ kg^{-1}\ N$)
$EF_{N_2O-N, storage}$	partial N_2O-N emission factor for storage, related to TAN (in $kg\ kg^{-1}\ N$)
$s(EF_{N_2O-N, storage})$	uncertainty of the partial N_2O-N emission factor for storage, related to TAN (in $kg\ kg^{-1}\ N$)

Application of the Equation (15.2) yields the relative uncertainty:

$$u(IEF_{N_2O-N, storage}) =$$

$$\frac{\sqrt{(1 - EF_{NH_3-N, housing})^2 \cdot [u^2(TAN_{housing}) + u^2(EF_{N_2O-N, storage})] + [u(EF_{NH_3-N, housing}) \cdot EF_{NH_3-N, housing}]^2}}{1 - EF_{NH_3-N, housing}} \quad (15.9)$$

where

$u(IEF_{N_2O-N, storage})$	relative uncertainty of the implied N_2O-N emission factor for storage (in $kg\ kg^{-1}$)
$EF_{NH_3-N, housing}$	partial NH_3-N emission factor for housing, related to TAN (in $kg\ kg^{-1}\ N$)
$u(TAN_{housing})$	relative uncertainty of TAN excreted in the house (in $kg\ kg^{-1}$)
$u(EF_{NH_3-N, housing})$	relative uncertainty of the partial NH_3-N emission factor for housing, related to TAN (in $kg\ kg^{-1}\ N$)
$u(EF_{N_2O-N, storage})$	relative uncertainty of the partial N_2O-N emission factor for storage, related to TAN (in $kg\ kg^{-1}\ N$)

For this equation, the partial emission factor for NH_3-N is derived from aggregated emission calculations on the national scale.

The relative uncertainty of the NH_3-N emission factor is fixed to 30 % according to EMEP(2007)-B109019.

The data provided in IPCC(2006)-10.67 describing N losses from manure storage are used to quantify the uncertainty of the N_2O emission factors. "Anaerobic lagoons" are not accounted for in Germany. Hence, the uncertainty of the partial emission factor for N_2O-N is fixed to 50 %. This value is considered an upper limit for all animal categories.

It is assumed that the relative uncertainty of TAN inputs equals that of the overall N inputs. An uncertainty of < 10 % can be assumed. This can be backed up with the results of a model intercomparison (Dämmgen and Lüttich, 2005, Table 2). The inventory uses a relative uncertainty $u(TAN) = 0.1$

It can be shown that the relative uncertainty of the

Daraus folgt unter Berücksichtigung von Gleichung (15.2) für die relative Unsicherheit:

Der hier eingehende partielle Emissionsfaktor für NH_3-N auf nationaler Ebene wird aus den aggregierten Ergebnissen der Emissionsberechnungen ermittelt.

Die relative Unsicherheit des partiellen Emissionsfaktors für NH_3-N wird mit 30 % angesetzt (EMEP 2007-B1090-19).

Die in IPCC(2006)-10.67 angegebenen N-Verluste aus dem Lager werden als Maß für die Unsicherheit auch der N_2O -Emissionsfaktoren verwendet. Unter Vernachlässigung der in Deutschland nicht vorkommenden „anaerobic lagoon“ folgt eine Unsicherheit des partiellen Emissionsfaktors für N_2O-N von 50 % (als oberer Schwellenwert für alle Tierkategorien).

Für die relative Unsicherheit von TAN-Einträgen wird angenommen, dass sie der relativen Unsicherheit von N-Ausscheidungen entspricht. Für Letztere ist, nach einem Modellvergleich (Dämmgen und Lüttich, 2005, Tabelle 2) zu urteilen, von einem Wert < 10 % auszugehen. Im Inventar verwendet $u(TAN) = 0.1$.

Es zeigt sich, dass die relative Unsicherheit des

implied emission factor of N₂O from storage is only slightly depending on the emission factor of NH₃-N from housing. This is illustrated in Table 15.1 for a realistic range of $EF_{NH_3-N, \text{ housing}}$.

IEF für N₂O-N aus dem Lager nur eine schwache Abhängigkeit vom partiellen Emissionsfaktor für NH₃-N aus dem Stall aufweist, wie Table 15.1 für einen realistischen Bereich von $EF_{NH_3-N, \text{ housing}}$ zeigt.

Table 15.1: Relative uncertainty of the implied emission factor for N₂O from storage
 (For details see text)

$EF_{NH_3-N, \text{ housing}}$	kg kg ⁻¹	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
$u(IEF_{N_2O-N, \text{ storage}})$	kg kg ⁻¹	0.510	0.510	0.511	0.513	0.515	0.520	0.526

It appears reasonable to fix a value of 53 % to $u(IEF_{N_2O-N, \text{ storage}})$ in general.

The preceding calculations do not allow to deduce the shape of the statistical distribution of the IEF. A standard deviation in the order of magnitude of $u(IEF_{N_2O-N, \text{ storage}})$ suggests that the distribution is not symmetric. It is assumed that the distribution can be described adequately using a lognormal distribution.

Es erscheint naheliegend, für $u(IEF_{N_2O-N, \text{ storage}})$ generell einen Wert von 53 % anzusetzen.

Die vorstehenden Berechnungen lassen keinen Schluss auf die Form der statistischen Verteilung des IEF zu. Eine Standardabweichung in der Höhe von $u(IEF_{N_2O-N, \text{ storage}})$ legt allerdings nahe, dass es sich nicht um eine symmetrische Verteilung handelt. Es wird angenommen, dass die Verteilung sich durch eine lognormale Verteilung annähern lässt.

15.3.2 *Uncertainty of the IEF for N₂O from agricultural soils / Unsicherheit des IEF für N₂O aus landwirtschaftlichen Böden*

15.3.2.1 *Direct N₂O emissions from agricultural soils / Direkte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden*

Direct N₂O emissions are subdivided in the following groups (in accordance with the organisation of CRF Table 4.Ds1):

- application of mineral fertiliser,
- application of animal manures,
- N fixation by legumes,
- crop residues,
- cultivation of histosols,
- animal grazing,
- application of sewage sludge.

Die direkten N₂O-Emissionen werden in die folgenden Gruppen unterteilt (Gliederung entsprechend CRF-Tabelle 4.Ds1):

- Anwendung von Mineraldünger,
- Wirtschaftsdünger-Ausbringung,
- N-Fixierung durch Leguminosen,
- Ernterückstände,
- Bewirtschaftung organischer Böden,
- Weidegang,
- Ausbringung von Klärschlamm.

For the sectors to be reported, standard emission factors according to IPCC (2006)-11.11 are used. Uncertainties for these emission factors are also provided in this document. However, the uncertainties are not symmetric with respect to the mean. A lognormal distribution is assumed. In this case, IPCC(2000)-6.14 proposes to use the higher percentage between mean and the limits of confidence. The resulting uncertainties are given in Table 15.3.

Für die zu berichtenden Bereiche werden Standard-Emissionsfaktoren nach IPCC (2006)-11.11 verwendet, für die an gleicher Stelle auch Unsicherheitsbereiche angegeben werden. Die Unsicherheitsbereiche sind nicht symmetrisch zum Mittelwert; es ist von lognormalen Verteilungen auszugehen. Daher wird entsprechend der Empfehlung in IPCC (2000)-6.14, die größere Prozentzahl zwischen Mittelwert und Konfidenzgrenze verwendet, s. Table 15.3.

15.3.2.2 *Indirect N₂O emissions from agricultural soils / Indirekte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden*

Indirect emissions originate from the deposition of reactive nitrogen as well as from run-off and leaching of N.

We refer to Chapters 12.4.2.2 and 12.5.2.2 for the uncertainties entered in.

Indirekte N₂O-Emissionen entstehen infolge von Deposition von reaktivem Stickstoff, sowie aus ausgewaschenem und abgeflossenem N.

Zu den in Tabelle 15.3 eingehenden Unsicherheiten siehe Kapitel 12.4.2.2 und 12.5.2.2.

15.4 Uncertainty of the IEF for NO and N₂ from storage / Unsicherheit des IEF für NO und N₂ aus dem Lager

For the calculation of relative uncertainties of the implied emission factors for NO and N₂ from storage the procedure described for N₂O in Chapter 15.3.1 is used by analogy.

The relative uncertainties of the partial emission factors for NO and N₂ are estimated to be 50 % (as for N₂O). The calculations yield an IEF of NO between 51.0 % (cattle) and 51.5 % (pigs) and an IEF of N₂ between 51.1 % (dairy cows, heifers) and 55.2 % (sows, boars).

The calculations do not allow to deduce the shape of the statistical distribution of the IEF. However, a standard deviation in the order of magnitude as calculated for NO and N₂ suggests that the distribution is not symmetric. It is assumed that the distribution can be described adequately using a lognormal distribution.

Die relative Unsicherheit der effektiven Emissionsfaktoren (IEF) für NO- und N₂-Emissionen aus dem Lager wird analog zu dem in Kapitel 15.3.1 beschriebenen N₂O-Verfahren berechnet.

Die relative Unsicherheit der partiellen Emissionsfaktoren für NO und N₂ wird wie die bei N₂O mit 50 % eingeschätzt. Für den NO-IEF ergibt sich damit eine Spanne zwischen 51,0 % (Rinder) bis 51,5 % (Schweine), für den N₂-IEF zwischen 51,1 % (Milchkühe, Färsen) bis 55,2 % (Sauen, Eber).

Die Berechnungen lassen keinen Schluss auf die Form der statistischen Verteilung des IEF zu. Die berechneten Standardabweichungen legen allerdings nahe, dass es sich nicht um eine symmetrische Verteilung handelt. Es wird angenommen, dass die Verteilung sich durch eine lognormale Verteilung annähern lässt.

15.5 Uncertainty of the implied emission factor for NH₃ from housing and animal waste management / Unsicherheit des effektiven Emissionsfaktors für NH₃ aus Stall und Wirtschaftsdüngermanagement

The derivation of a procedure for the assessment of the relative uncertainty of the implied emission factor for NH₃ from housing and manure management ($IEF_{NH_3-N, total}$) is achieved as in Chapter 15.3.1. As NH₃ emissions occur from three locations that are interlinked in the N flow system and as the emissions from storage of N₂O, NO and N₂ have to be considered in addition, a more complex equation than the one given in Chapter 15.3.1 results.

In order to simplify the style of the equation, indices are introduced to denote the origin of the emission from the house (1), the storage system (2) and the application of manures (3):

$$IEF_{NH_3-N, total} = IEF_{NH_3-N, 1} + IEF_{NH_3-N, 2} + IEF_{NH_3-N, 3} \quad (15.10)$$

where

$IEF_{NH_3-N, total}$	sum of implied NH ₃ -N emission factors (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
$IEF_{NH_3-N, j}$	implied NH ₃ -N emission factor for compartment j (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)

Each implied emission factor is defined as

Dabei ist jeder IEF wie folgt definiert:

$$IEF_{NH_3-N, j} = TAN_j \cdot EF_{NH_3-N, j} \quad (15.11)$$

where

$IEF_{NH_3-N, j}$	implied NH ₃ -N emission factor for compartment j (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)
TAN_j	TAN entering compartment j (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{NH_3-N, j}$	partial NH ₃ -N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

The amounts of TAN are

Für die TAN-Mengen gilt:

$$TAN_2 = TAN_1 \cdot (1 - EF_{NH_3-N,1}) \quad (15.12)$$

where

TAN_2	TAN entering storage from housing (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
TAN_1	TAN as excreted by an animal (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{NH_3-N,1}$	partial NH ₃ -N emission factor for housing, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

$$TAN_3 = TAN_2 \cdot (1 - EF_{NH_3-N,2} - ef_2) \quad (15.13)$$

where

TAN_3	TAN before spreading (kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
TAN_2	TAN entering storage from housing (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{NH_3-N,2}$	partial NH ₃ -N emission factor for storage, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)
ef_2	sum of the partial emission factors for N ₂ O, NO und N ₂ from storage, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

The resulting implied emission factor for NH₃ emissions from housing and management is

Hieraus folgt schließlich für den effektiven Emissionsfaktor für NH₃-Emissionen aus Stall und Wirtschaftsdüngermanagement:

$$IEF_{NH_3-N, total} = TAN_1 \cdot \left[\begin{array}{l} (EF_{NH_3-N,1} + EF_{NH_3-N,2} + EF_{NH_3-N,3}) + (EF_{NH_3-N,1} \cdot EF_{NH_3-N,2} \cdot EF_{NH_3-N,3}) \\ - (EF_{NH_3-N,1} \cdot EF_{NH_3-N,2} + EF_{NH_3-N,2} \cdot EF_{NH_3-N,3} + EF_{NH_3-N,1} \cdot EF_{NH_3-N,3}) \\ - (1 - EF_{NH_3-N,1}) \cdot ef_2 \cdot EF_{NH_3-N,3} \end{array} \right] \quad (15.14)$$

where

$IEF_{NH_3-N, total}$	sum of implied NH ₃ -N emission factors (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
TAN_1	TAN as excreted by an animal (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{NH_3-N,j}$	partial NH ₃ -N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)
ef_2	sum of the partial emission factors for N ₂ O, NO und N ₂ from storage, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

Its absolute uncertainty amounts to

Für die absolute Unsicherheit gilt:

$$s(IEF_{NH_3-N, total}) = \sqrt{\left(\frac{\partial IEF_{NH_3-N, total}}{\partial TAN_1} \cdot s(TAN_1) \right)^2 + \sum_{j=1}^3 \left(\frac{\partial IEF_{NH_3-N, total}}{\partial EF_{NH_3-N, j}} \cdot s(EF_{NH_3-N, j}) \right)^2 + \left(\frac{\partial IEF_{NH_3-N, total}}{\partial ef_2} \cdot s(ef_2) \right)^2} \quad (15.15)$$

where

$s(IEF_{NH_3-N, total})$	uncertainty of the total implied NH ₃ -N emission factor (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹)
TAN_1	TAN as excreted by an animal (in kg pl ⁻¹ a ⁻¹ TAN)
$EF_{NH_3-N,j}$	partial NH ₃ -N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)
j	j = compartment index (j = 1: housing, j = 2: storage, j = 3: spreading)
$s(EF_{NH_3-N,j})$	uncertainty of the partial NH ₃ -N emission factor for compartment j, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)
ef_2	sum of the partial emission factors for N ₂ O, NO und N ₂ from storage, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)
$s(ef_2)$	uncertainty of the sum of the partial emission factors for N ₂ O, NO und N ₂ from storage, related to TAN (in kg kg ⁻¹ N)

According to Chapter 15.1, the relative uncertainty is

$$u(IEF_{\text{NH}_3\text{-N, total}}) = \frac{s(IEF_{\text{NH}_3\text{-N, total}})}{IEF_{\text{NH}_3\text{-N, total}}} \quad (15.16)$$

where

$u(IEF_{\text{NH}_3\text{-N, total}})$	relative uncertainty of the total implied $\text{NH}_3\text{-N}$ emission factor (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
$s(IEF_{\text{NH}_3\text{-N, total}})$	uncertainty of the total implied $\text{NH}_3\text{-N}$ emission factor (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)
$IEF_{\text{NH}_3\text{-N, total}}$	sum of implied $\text{NH}_3\text{-N}$ emission factors (in $\text{kg pl}^{-1} \text{a}^{-1}$)

The partial emission factors for $\text{NH}_3\text{-N}$ from housing, storage and application of manure as well as the emissions of N_2O , NO and N_2 from storage are integrated in the calculation of the uncertainty. The respective amounts are obtained from aggregated emission assessments on the national scale. The same applies to the amounts of TAN in the house.

The relative uncertainties of the partial emission factors for NH_3 are fixed to 30 % according to EMEP (2007)-B1090-19.

The relative uncertainties of the sum of the emission factors for N_2O , NO and N_2 equals that of N_2O and is fixed to 50 % as in Chapter 15.3.1.

The relative uncertainty of the TAN inputs to the house are assumed to be 10 % (see Chapter 15.3.1).

The calculated combined relative uncertainties (for housing, storage and application) are listed in Table 15.2. The data shown here are based in the 2008 data sets. For mules and asses the result calculated for light horses has been adopted.

The frequency distribution of the uncertainties can be assumed to be normal due to the numerous data influencing the results.

Die relative Unsicherheit folgt dann entsprechend Kapitel 15.1 aus

In die Unsicherheitsberechnung gehend die partiellen Emissionsfaktoren für $\text{NH}_3\text{-N}$ aus Stall, Lager, und Ausbringung sowie für die Summe von $\text{N}_2\text{O-N}$, NO-N und N_2 aus dem Lager ein. Sie werden auf nationaler Ebene wird aus den aggregierten Ergebnissen der Emissionsberechnungen ermittelt. Gleiches gilt für den TAN-Mengen im Stall.

Die relativen Unsicherheiten der partiellen Emissionsfaktoren für NH_3 werden mit 30 % angesetzt (EMEP 2007-B1090-19).

Die relative Unsicherheit der Summe der partiellen Emissionsfaktoren für $\text{N}_2\text{O-N}$, NO-N und N_2 aus dem Lager wird wie die relative Unsicherheit für N_2O in Kapitel 15.3.1 mit 50 % angesetzt.

Für die relative Unsicherheit der TAN-Einträge werden 10 % angenommen (vgl. Kapitel 15.3.1).

Die berechneten relativen Unsicherheiten (Stall, Lager und Ausbringung zusammengefasst) sind in Table 15.2 aufgeführt. Die Ergebnisse beruhen auf den Daten des Jahres 2008. Für Esel und Maultiere wurde das Ergebnis für Kleinpferde und Ponys übernommen.

Die Verteilung der Unsicherheiten kann wegen der Vielzahl der eingehenden Einflussfaktoren als normal angenommen werden.

Table 15.2: Uncertainty of the implied emission factor for NH_3 from manure management (in %) (for details see text)

dairy cows 22.0	calves 18.1	heifers 21.1	bulls (male beef cattle) 24.3	suckler cows 19.6	bulls (mature males) 20.5
sows 19.4	weaners 19.5	fattening pigs 19.5	boars 19.4		
sheep 22.5	goats 20.1	heavy horses 16.4	light horses 16.5	mules, asses 16.5	buffalo 20.6
laying hens 18.5	broilers 19.5	pullets 20.6	geese 17.5	ducks 20.1	turkeys 16.5

15.6 Uncertainty of the German agricultural green house gas inventory / Unsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars

15.6.1 Uncertainty table according to IPCC (2000) Tier 1 methodology / Unsicherheitstabelle gemäß IPCC (2000) Stufe-1-Verfahren

For the first time, an assessment of the total uncertainty of the German agricultural emission inventory was performed in parallel to the establishment of the inventory (see Table 15.3).

The methodology is based on the Tier 1 approach described in "Quantifying Uncertainties in Practice" in IPCC (2000) (IPCC, 2000, Chapter 6.3.2 and Table 6.1). It is based on a consistent application of the Gauss error propagation calculus. However, it does not consider the fact that this error propagation calculus presupposes a normal distribution of deviations; this is not the case for several activity data and emission factors. In addition, the Gauss error propagation calculus is designed to use standard deviations. In contrast to this, the IPCC (2000) approach in "Quantifying Uncertainties in Practice" requires half the 95 % confidence interval as input variable (see pg 6.14 in the context to columns E and F). For normally distributed data this approximately corresponds to double the standard deviation. However, it can be shown, though, that the rules of the Gaussian calculus can be extended to deal with multiples of the standard deviation (cf. Equations 6.3 and 6.4 in IPCC, 2000).

Hence, the calculation of the overall uncertainty of the German agricultural greenhouse gas inventory uses twice the standard deviations (expressed as percent of the mean) when dealing with entities distributed normal.

For asymmetric distributions IPCC (2000) stipulates in "Quantifying Uncertainties in Practice" (pg 6.14) that in Tier 1 approaches the larger of the two differences between the 2.5 % percentile and the mean and the 97.5 % percentile be used. This claim was translated into action.

For the relative uncertainties listed in Table 15.3 of the activity data and emission factors see Chapters 15.6.2 and 15.6.3.

Emissions of the single greenhouse gases in Table 15.3 were transformed in CO₂ equivalents using the global warming potentials (GWP) passed forward by the German Federal Environment Agency, i.e. 21 kg kg⁻¹ for CH₄, and 310 kg kg⁻¹ for N₂O.

Table 15.3 contains the various input data and their uncertainties (expressed as half the 95 % confidence interval) as well as intermediate results obtained during the calculation of the overall uncertainty of the agricultural greenhouse gas emission inventory.

The overall uncertainty is expressed as percentage of the total emissions in 2008, and is listed at the very bottom of column H. It was obtained from the partial

Erstmalig wurde für dieses Inventar parallel zu den Emissionsberechnungen eine Berechnung der Gesamtunsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars vorgenommen, s. Table 15.3.

Grundlage war das in IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebene Stufe-1-Verfahren (IPCC, 2000, Kapitel 6.3.2 und Table 6.1). Es beruht auf durchgängiger Anwendung der Gaußschen Fehlerrechnung. Per Konvention bleibt unberücksichtigt, dass das Verfahren Normalverteilung der Abweichungen voraussetzt, eine Forderung, die von einigen Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren nicht erfüllt wird. Überdies arbeitet die Gaußschen Fehlerrechnung mit Standardabweichungen. Im Gegensatz dazu verlangt das in IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebene Verfahren (s. S. 6.14 im Absatz zu den Spalten E und F) die Eingabe des halben 95 %-Konfidenzintervalles, was bei einer Normalverteilung etwa dem Zweifachen der Standardabweichung entspricht. Es lässt sich allerdings zeigen, dass die Rechenregeln der Gaußschen Fehlerrechnung (vgl. Gleichung 6.3 und Gleichung 6.4 in IPCC, 2000) auch für Vielfache der Standardabweichung gelten. Dementsprechend wurden für die Berechnung der Gesamtunsicherheit des deutschen landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars im Falle von normalverteilten Größen als Unsicherheit das Zweifache der Standardabweichung eingegeben (in Prozent des Mittelwertes).

Für asymmetrische Verteilungen schreibt IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ (S. 6.14) vor, dass bei Anwendung der Stufe-1-Methode von den beiden Intervallen [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] das größere zu verwenden ist. Diese Forderung wurde umgesetzt.

Zu den in Table 15.3 eingesetzten relativen Unsicherheiten der Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren siehe Kapitel 15.6.2 und 15.6.3.

Die Umrechnung der Treibhausgas-Emissionen in Table 15.3 in CO₂-Äquivalente wurde entsprechend der Vorgabe des Umweltbundesamtes mit folgenden Umrechnungsfaktoren (GWP) durchgeführt: 21 kg kg⁻¹ für CH₄ und 310 kg kg⁻¹ für N₂O.

Table 15.3 zeigt die die verschiedenen Eingabedaten (dabei Unsicherheiten in Form des halben 95 %-Konfidenzintervalles) sowie Zwischenergebnisse zur Berechnung der Gesamtunsicherheit des landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars.

Die Gesamtunsicherheit (als prozentualer Anteil der Gesamtemission des Jahres 2008) findet sich in Spalte H ganz unten. Sie ergibt sich entsprechend der

uncertainties listed in column H using the summation rule of the Gaussian calculus (cf Equation 15.3). The comparison of the entries in column H reveals that the overall uncertainty of the agricultural greenhouse gas inventory is caused mainly by the uncertainties connected to N₂O emissions from agricultural soils.

The percentage uncertainties of the trends of the overall emissions from German agriculture is given at the bottom of column M. The calculation procedure applied equals that described for column H.

Summenregel der Gaußschen Fehlerrechnung (s. Gleichung 15.3) aus den in Spalte H aufgelisteten Teilbeiträgen. Der Vergleich dieser Teilbeiträge zeigt, dass die Gesamtunsicherheit des landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventars überwiegen durch Unsicherheiten von N₂O-Emissionen aus dem Bereich der landwirtschaftlich genutzten Böden verursacht wird.

Die prozentuale Unsicherheit des Trends der Gesamtemissionen aus der deutschen Landwirtschaft ist in Spalte M ganz unten dargestellt. Die Berechnung erfolgt analog zum oben beschriebenen Vorgehen bei Spalte H.

15.6.2 *Uncertainties of activity data / Unsicherheiten von Aktivitätsdaten*

For the uncertainties of single activity data we refer to the respective sections in chapters 4 to 13.

Uncertainties may be described in different ways. A differentiation is made between standard deviations in normally distributed entities and uncertainties for asymmetric distributions. For the latter, the larger of the two intervals [difference between 2.5 % percentile and mean; difference between mean and 97.5 % percentile] is used (cf Chapter 15.6.1).

For cattle and buffalo numbers, the uncertainty has decreased over the past years. The uncertainty used is an estimated mean uncertainty. A sensitivity analysis showed that the accuracy of this estimated uncertainty has no impact on the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory.

The uncertainties of the activity data regarding direct N₂O emissions from agricultural soils are influenced by a comparatively large number of entities and their respective uncertainties. It is assumed that the overall uncertainty of the activity data does not exceed 20 to 30 % which is markedly less than the relative uncertainty of the emission factors (see Chapter 15.3.2). Hence the latter uncertainty dominates the overall uncertainty to such an extent that a more accurate assessment of the uncertainty of the activities appears unnecessary at present.

Zu den Unsicherheiten der Aktivitätsdaten siehe entsprechende Angaben in den Kapiteln 4 bis 13.

Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Unsicherheitsangaben in Form der Standardabweichung bei Normalverteilungen und Unsicherheitsangaben für asymmetrische Verteilungen, die das größere der beiden Intervalle [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] wiedergeben, s. dazu auch Kapitel 15.6.1.

Bei den Tierzahlen von Rindern und Büffeln hat die Unsicherheit über die Jahre abgenommen. Es wird daher mit einem geschätzten Mittelwert der Unsicherheit gerechnet. Vergleichsrechnungen haben gezeigt, dass der exakte Wert dieser geschätzten Unsicherheiten ohne Einfluss auf die Gesamtunsicherheit des Treibhausgas-Inventars ist.

Die Unsicherheiten der Aktivitätsdaten bei direkten N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (N-Menge) sind eine Funktion einer größeren Anzahl an Einflussgrößen und deren Unsicherheiten. Es ist aber davon auszugehen, dass die relative Gesamtunsicherheit der Aktivitätsdaten nicht höher als 20 bis 30 % liegen und damit deutlich geringer als die relative Unsicherheit der Emissionsfaktoren (s. Kapitel 15.3.2) sind. Letztere dominiert somit die relative Unsicherheit der resultierenden N₂O-Emissionen, so dass eine genauere Bestimmung der Aktivitätsunsicherheiten derzeit nicht erforderlich erscheint.

15.6.3 *Uncertainties of emission factors / Unsicherheiten von Emissionsfaktoren*

For the uncertainties of single emission factors we refer to Chapters 15.2 and 15.3 and the respective sections in Chapters 4 bis 13.

Uncertainties may be described in different ways. A differentiation is made between standard deviations in normally distributed entities and uncertainties for asymmetric distributions. Here the larger of the two intervals [difference between 2.5 % percentile and

Zu den in der Unsicherheitstabelle eingesetzten relativen Unsicherheiten der Emissionsfaktoren wird auf die Kapitel 15.2 und 15.3 sowie die entsprechenden Angaben in den Kapiteln 4 bis 13 verwiesen.

Hierbei ist zu unterscheiden zwischen Unsicherheitsangaben in Form der Standardabweichung bei Normalverteilungen und Unsicherheitsangaben für asymmetrische Verteilungen, die das größere der

mean; difference between mean and 97.5 % percentile] is used (cf Chapter 15.6.1).

The statement of an uncertainty of 20 % (standard deviation) for the CH₄ emission factor for poultry ignores that the uncertainty for ducks and geese is likely to be larger (30 %, standard deviation). This assumption seems justified, because the contribution of ducks and geese to the CH₄ emissions from poultry manure management is negligible. A sensitivity analysis showed that this simplification has no effect on the uncertainty of the poultry emissions and hence no effect on the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory.

The relative uncertainties of the emission factors for CH₄ and N₂O can be transferred directly into uncertainties of CO₂ equivalents. The multiplication with a constant factor has no effect on the relative uncertainty (see Chapter 15.1).

beiden Intervalle [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] wiedergeben, s. dazu auch Kapitel 15.6.1

Die Unsicherheit des CH₄-Emissionsfaktors für das Geflügel-Wirtschaftsdünger-Management (20 %, Standardabweichung) vernachlässigt, dass für Enten und Gänse 30 % (Standardabweichung) gelten. Diese Vernachlässigung ist gerechtfertigt, da Enten und Gänse nur geringfügig zu den CH₄-Emissionen aus dem Geflügel-Wirtschaftsdünger-Management beitragen. Beispielberechnungen haben gezeigt, dass der genaue Wert der Unsicherheitsangabe für das gesamte Geflügel praktisch keinen Einfluss auf die Gesamtunsicherheit des Treibhausgasinventars hat.

Die relativen Emissionsfaktor-Unsicherheiten für CH₄ und N₂O können direkt für die Darstellung in CO₂-Äquivalenten übernommen werden, da letztere nur durch Multiplikation mit einem konstanten Faktor entstehen, der keinen Einfluss auf die relative Unsicherheit hat (s. Kapitel 15.1).

Table 15.3: Uncertainty calculation for the German agricultural GHG inventory (GWP(CH4) = 21, GWP(N2O) = 310)

Source category	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Gas	Base year emissions, in CO2 equivalents	Year 2008 emissions, in CO2 equivalents	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2008	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by emission factor uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions	
Soils, liming	CO2	2753.6	1967.1	20	0	20.0	0.6	0.00	0.02	0.00	0.69	0.69	
Soils, urea application	CO2	479.6	647.9	20	0	20.0	0.2	0.00	0.01	0.00	0.23	0.23	
Enteric fermentation, dairy cows	CH4	13119.4	10080.2	6	40	40.4	5.9	0.01	0.12	0.50	1.05	1.17	
Enteric fermentation, other cattle	CH4	11747.1	8178.4	6	40	40.4	4.8	0.02	0.10	0.86	0.86	1.22	
Enteric fermentation, sheep	CH4	590.1	553.0	10	40	41.2	0.3	0.00	0.01	0.03	0.10	0.10	
Enteric fermentation, pigs	CH4	556.0	409.4	20	60	63.2	0.4	0.00	0.01	0.04	0.14	0.15	
Enteric fermentation, goats	CH4	9.5	18.9	20	60	63.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	
Enteric fermentation, horses	CH4	169.7	290.5	100	60	116.6	0.5	0.00	0.00	0.11	0.51	0.52	
Enteric fermentation, mules and asses	CH4	1.8	1.8	100	60	116.6	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Enteric fermentation, buffalo	CH4	0.0	2.1	10	60	60.8	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, dairy cows	CH4	2484.2	2398.9	6	40	40.4	1.4	0.00	0.03	0.15	0.25	0.29	
Manure management, other cattle	CH4	1585.8	1033.7	6	40	40.4	0.6	0.00	0.01	0.15	0.11	0.19	
Manure management, pigs	CH4	2212.3	2176.8	10	40	41.2	1.3	0.00	0.03	0.15	0.38	0.41	
Manure management, sheep	CH4	15.2	11.2	20	60	63.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, goats	CH4	0.3	0.7	20	60	63.2	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, horses	CH4	26.3	45.0	100	40	107.7	0.1	0.00	0.00	0.01	0.08	0.08	
Manure management, mules and asses	CH4	0.2	0.2	100	40	107.7	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, buffalo	CH4	0.0	0.3	10	60	60.8	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, poultry	CH4	57.0	81.0	20	40	44.7	0.1	0.00	0.00	0.02	0.03	0.03	
Manure management, dairy cows	N2O	1160.6	971.9	6	100	100.2	1.4	0.00	0.01	0.01	0.10	0.10	
Manure management, other cattle	N2O	1135.0	768.3	6	100	100.2	1.1	0.00	0.01	0.24	0.08	0.25	
Manure management, pigs	N2O	150.2	70.6	10	100	100.5	0.1	0.00	0.00	0.07	0.01	0.07	
Manure management, sheep	N2O	18.2	13.6	20	100	102.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
Manure management, goats	N2O	1.1	2.2	20	100	102.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, horses	N2O	53.2	91.0	100	100	141.4	0.2	0.00	0.00	0.06	0.16	0.17	
Manure management, mules and asses	N2O	0.6	0.6	100	100	141.4	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, buffalo	N2O	0.0	0.3	10	100	100.5	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Manure management, poultry	N2O	38.0	47.2	20	100	102.0	0.1	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	
Soils, mineral fertilisers	N2O	13174.7	11004.4	20	80	82.5	13.2	0.00	0.14	0.13	3.84	3.84	
Soils, application of manure	N2O	7227.7	6110.7	60	80	100.0	8.9	0.00	0.08	0.00	6.39	6.39	
Soils, N-fixing crops	N2O	855.1	464.9	50	80	94.3	0.6	0.00	0.01	0.25	0.41	0.48	
Soils, crop residues	N2O	6610.3	7651.3	50	80	94.3	10.5	0.03	0.09	2.03	6.67	6.98	
Soils, organic soils	N2O	5079.2	5008.8	20	200	201.0	14.7	0.01	0.06	1.76	1.75	2.48	
Soils, grazing	N2O	2117.5	1661.8	40	200	204.0	4.9	0.00	0.02	0.32	1.16	1.20	
Soils, indirect emissions (deposition)	N2O	2791.3	2428.3	50	400	403.1	14.3	0.00	0.03	0.34	2.12	2.14	
Soils, indirect emissions (leaching, run-off)	N2O	4699.4	4210.9	300	230	378.0	23.2	0.00	0.05	0.67	22.03	22.04	
Soils, sewage sludge emissions	N2O	166.9	158.0	20	80	82.5	0.2	0.00	0.00	0.02	0.06	0.06	
Total		81087.3	68561.9				37.6	← Uncertainty of 2008 emissions		Uncertainty of the trend →		24.6	

15.7 Uncertainty of the German agricultural ammonia inventory / Unsicherheit des Ammoniak-Inventars für die deutsche Landwirtschaft

For the German agricultural ammonia emission inventory, an analysis of the uncertainties was performed using the methodology provided in IPCC (2000), chapter 6, in analogy to the greenhouse gas emission inventory.

The methodology is based on the Tier 1 approach described in "Quantifying Uncertainties in Practice" in IPCC (2000) (IPCC, 2000, Chapter 6.3.2 and Table 6.1). It is based on a consistent application of the Gauss error propagation calculus. However, it does not consider the fact that this error propagation calculus presupposes a normal distribution of deviations; this is not the case for several activity data and emission factors. In addition, the Gauss error propagation calculus is designed to use standard deviations. In contrast to this, the IPCC (2000) approach in "Quantifying Uncertainties in Practice" requires half the 95 % confidence interval as input variable (see pg 6.14 in the context to columns E and F). For normally distributed data this corresponds to double the standard deviation. It can be shown, though, that the rules of the Gaussian calculus can be extended to deal with multiples of the standard deviation (cf Equations 6.3 and 6.4 in IPCC, 2000). Hence, the calculation of the overall uncertainty of the German agricultural greenhouse gas inventory uses twice the standard deviations (expressed as percent of the mean) when dealing with entities distributed normal.

For asymmetric distributions, IPCC (2000) stipulates in "Quantifying Uncertainties in Practice" (pg 6.14) that in Tier 1 approaches the larger of the two differences between the 2.5 % percentile and the mean and the 97.5 % percentile be used. This claim was translated into action.

For the uncertainties of single activity data we refer to the respective sections in chapters 4 to 13.

For cattle and buffalo numbers, the uncertainty has decreased over the past years. The uncertainty used is an estimated mean uncertainty. A sensitivity analysis showed that the accuracy of this estimated uncertainty has no impact on the overall uncertainty of the greenhouse gas inventory.

The uncertainties of emission factors for manure management are described in Chapter 15.5, for the uncertainties of other relevant emission factors see Chapter 12.

Ranges of uncertainties that are given as multiples are transformed to relative uncertainties according to the recommendations made in IPCC (2000)-6.14. These result from the ratio of the 95 % confidence interval to the mean. Factors in form of multiples indicate an asymmetric frequency distribution. Here, the higher percentage is used for the assessment of the

Für das Ammoniak-Inventar der deutschen Landwirtschaft wurde eine Unsicherheitenberechnung in Anlehnung an die von IPCC (2000), Kapitel 6, für das Treibhausgas-Inventar vorgeschriebene Verfahrensweise durchgeführt.

Dieses Verfahren beruht auf der durchgängigen Anwendung der Gaußschen Fehlerrechnung, wobei per Konvention unberücksichtigt bleibt, dass diese Fehlerrechnung Normalverteilung voraussetzt, eine Forderung, die von einigen der eingehenden Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren nicht erfüllt wird. Überdies ist die Gaußschen Fehlerrechnung darauf ausgelegt, mit Standardabweichungen zu arbeiten. Im Gegensatz dazu verlangt das in IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ beschriebene Stufe-1-Verfahren (s. S. 6.14 im Absatz zu den Spalten E und F) die Eingabe des halben 95 %-Konfidenzintervalles, was bei einer Normalverteilung etwa dem Zweifachen der Standardabweichung entspricht. Es lässt sich allerdings zeigen, dass die Rechenregeln der Gaußschen Fehlerrechnung (vgl. Gleichung 6.3 und Gleichung 6.4 in IPCC, 2000) auch für ein Vielfaches der Standardabweichung gelten. Dementsprechend wurden für die Berechnung der Gesamtunsicherheit des deutschen Treibhausgas-Inventars im Falle von normalverteilten Größen als Unsicherheit das Zweifache der Standardabweichung eingegeben (in Prozent des Mittelwertes).

Für asymmetrische Verteilungen schreibt IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ (S. 6.14) vor, dass bei Anwendung der Stufe-1-Methode von den beiden Intervallen [2,5 %-Perzentil; Mittelwert] und [Mittelwert; 97,5 %-Perzentil] das größere zu verwenden ist. Diese Forderung wurde umgesetzt.

Hinsichtlich der Unsicherheiten von Aktivitätsdaten wird auf Kapiteln 4 bis 13 verwiesen.

Bei Rindern und Büffeln hat sich die Unsicherheit der Tierzahl über die Jahre verringert. Es wird mit einem geschätzten Mittelwert der Unsicherheit gerechnet. Der exakte Wert dieser geschätzten Unsicherheit erwies sich als ohne Einfluss auf die Gesamtunsicherheit des Ammoniak-Inventars.

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren für das Wirtschaftsdüngermanagement gehen aus Kapitel 15.5 hervor. Zu den Unsicherheiten der übrigen Emissionsfaktoren s. Kapitel 12.

In Form von Faktoren gegebene Unsicherheitsbereiche werden nach IPCC (2000)-6.14 in prozentuale Unsicherheitsangaben transformiert. Diese ergeben sich aus dem Verhältnis von halbem 95 %-Vertrauensbereich zum Mittelwert. Bei Faktorenangaben ist von einer asymmetrischen Verteilung auszugehen. Daher geht die größere Prozentzahl in die Be-

overall uncertainty.

Details of the calculations of the uncertainty of the German ammonia emission inventory are collated in Table 15.4. It is obvious that the overall uncertainty is governed by the uncertainties characterizing the manure management of dairy cattle and the application of mineral fertilisers.

The uncertainty of the ammonia emission inventory remains the same if one uses an uncertainty of the emission factors for manuremanagement of all animals of 21.5 % (exemplary calculations using the data set for 2008).

The percentage uncertainties of the trends of the overall emissions from German agriculture is given at the bottom of column M. The calculation procedure applied equals that described for column H.

rechnung der Gesamtunsicherheit des Inventars ein.

Details der Berechnung der Unsicherheit des deutschen Ammoniak-Inventars sind in Table 15.4 dargestellt. Die Gesamtunsicherheit wird zu einem sehr großen Anteil durch die Unsicherheiten der Beiträge aus dem Wirtschaftsdünger-Management von Milchkühen und der Mineraldünger-Anwendung bestimmt. Für das Ammoniak-Inventar wird im Übrigen die gleiche Gesamtunsicherheit erzielt, wenn man für alle Tiere mit einer Unsicherheit von 21,5 % im Wirtschaftsdüngermanagement rechnet (Beispielrechnung für 2008).

Die prozentuale Unsicherheit des Trends der Gesamtemissionen aus der deutschen Landwirtschaft ist in Spalte M ganz unten dargestellt. Die Berechnung erfolgt analog zum oben beschriebenen Vorgehen bei Spalte H.

Table 15.4: Uncertainty calculation for the German agricultural ammonia inventory

Source category	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
		Gas	Base year emissions	Year 2008 emissions	Activity data uncertainty (half the 95% confidence interval)	Emission factor uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty (half the 95% confidence interval)	Combined uncertainty as % of total national emissions in year 2008	Type A sensitivity	Type B sensitivity	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty in trend in national emissions introduced by activity data uncertainty	Uncertainty introduced into the trend in total national emissions
			Gg a-1	Gg a-1	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Manure management, dairy cows		NH3	202.48	177.68	6	44.1	44.6	14.1	0.00	0.28	0.06	2.35	2.35
Manure management, calves		NH3	6.09	4.17	6	36.1	36.6	0.3	0.00	0.01	0.06	0.06	0.08
Manure management, heifers		NH3	88.36	57.24	6	42.2	42.6	4.4	0.03	0.09	1.31	0.76	1.51
Manure management, bulls (male beef cattle)		NH3	46.96	24.97	6	36.1	36.6	1.6	0.02	0.04	0.90	0.33	0.96
Manure management, suckler cows		NH3	2.27	6.80	6	39.1	39.6	0.5	0.01	0.01	0.29	0.09	0.31
Manure management, bulls (mature males)		NH3	6.15	2.74	6	41.1	41.5	0.2	0.00	0.00	0.17	0.04	0.17
Manure management, sows		NH3	41.37	28.78	10	38.8	40.1	2.1	0.01	0.04	0.44	0.63	0.78
Manure management, weaners		NH3	10.86	8.69	10	39.0	40.2	0.6	0.00	0.01	0.05	0.19	0.20
Manure management, fattening pigs		NH3	88.61	77.33	10	39.0	40.2	5.6	0.00	0.12	0.00	1.71	1.71
Manure management, boars		NH3	1.64	0.49	10	38.7	40.0	0.0	0.00	0.00	0.06	0.01	0.06
Manure management, sheep		NH3	1.74	1.30	20	44.9	49.2	0.1	0.00	0.00	0.02	0.06	0.06
Manure management, goats		NH3	0.16	0.31	20	40.1	44.8	0.0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
Manure management, heavy horses		NH3	5.56	9.35	100	32.7	105.2	1.8	0.01	0.01	0.23	2.06	2.07
Manure management, light horses		NH3	1.19	2.20	100	33.0	105.3	0.4	0.00	0.00	0.06	0.49	0.49
Manure management, mules and asses		NH3	0.08	0.08	100	33.0	105.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
Manure management, buffalo		NH3	0.00	0.05	10	41.1	42.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Manure management, laying hens		NH3	25.92	18.01	20	37.0	42.1	1.4	0.01	0.03	0.27	0.79	0.84
Manure management, broilers		NH3	7.75	15.63	20	39.1	43.9	1.2	0.01	0.02	0.54	0.69	0.88
Manure management, pullets		NH3	3.21	2.21	20	41.3	45.9	0.2	0.00	0.00	0.04	0.10	0.10
Manure management, geese		NH3	0.33	0.14	20	34.9	40.2	0.0	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Manure management, ducks		NH3	0.81	1.06	20	40.1	44.8	0.1	0.00	0.00	0.02	0.05	0.05
Manure management, turkeys		NH3	5.28	13.44	20	32.9	38.5	0.9	0.01	0.02	0.45	0.59	0.75
Manure management, manure imports		NH3	0.00	4.82	60	60	84.9	0.7	0.01	0.01	0.45	0.64	0.78
Animal grazing		NH3	19.68	15.34	40	20	44.7	1.2	0.00	0.02	0.06	1.35	1.35
Mineral fertilisers		NH3	72.87	85.95	20	100	102.0	15.7	0.03	0.13	3.48	3.79	5.15
N fixing crops		NH3	1.71	0.93	50	20	53.9	0.1	0.00	0.00	0.02	0.10	0.10
Total			641.1	559.7				22.7	← Uncertainty of 2008 emissions	0.00	Uncertainty of the trend	0.10	7.0

16 Future improvements / Geplante Verbesserungen

Future modifications presuppose the availability of the respective resources.

Zukünftige Verbesserungen setzen die Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen voraus.

16.1 Improvements in data management and calculation procedures / Verbesserungen bei Datenmanagement und Berechnungsprozeduren

- The present data management system based on EXCEL files is to be replaced gradually by a relational data bank system.
- Hitherto, emission calculations have been carried out using EXCEL. These are to be replaced by programmes established in a procedural programming language.
- The uncertainties of input data for the assessment of emission rates are to be quantified in more detail.
- Die Datenhaltung mit Hilfe von EXCEL-Dateien soll schrittweise durch Erstellung einer relationalen Datenbank ersetzt werden.
- Es ist geplant, die bislang in EXCEL durchgeführte Emissionsberechnungen durch Programme abzulösen, die in einer prozeduralen Programmiersprache erstellt werden.
- Die Ungenauigkeiten von Eingangsgrößen der Emissionsberechnung sollen detaillierter erfasst werden.

16.2 Improvements in the description of animal husbandry / Verbesserungen im Bereich Tierhaltung

The programme to gradually replace default values by German national values is to be continued. Emphasis is put on the improvement of the description of cattle and pigs.

Das Programm zur schrittweisen Umstellung der Beschreibungen von default-Daten auf nationale Daten wird fortgesetzt. Schwerpunkt ist die Verbesserung der Beschreibung von Rindern und Schweinen.

Work is in progress with respect to the following subjects:

Folgenden Themen sollen weiterhin bearbeitet werden:

- generation of experimental data sets for the improvement of emissions factors for animal houses and storage facilities (all species)
- improvement of the data describing the frequency distribution of housing, storage and application techniques by direct inquiry (official census)
- Erzeugung experimenteller Daten zur Verbesserung der Emissionsfaktoren für Ställe und Lager (alle Spezies)
- Verbesserung der Daten zur Häufigkeitsverteilung von Haltungsverfahren, Lager- und Ausbringungstechniken durch Aufnahme entsprechender Fragen in die amtliche Tierzählung

Furthermore, because of modified data availability, the calculation procedure for broilers has to be updated.

Darüber hinaus ist wegen veränderter Datenverfügbarkeit eine Aktualisierung des Rechenverfahrens für Masthähnchen und -hähnchen erforderlich.

16.3 Improvements in the description of emissions from crops, grassland and arable land / Verbesserungen im Bereich landwirtschaftlicher Nutzpflanzen, Grünland und Ackerland

- Disaggregation in time of NH₃ emissions from the application of mineral fertiliser and manure application aiming at a resolution of months
- Completion of reporting on emissions of NMVOC from plants using the findings documented in MAFF (2001).
- Development of tools to reconstruct the time series of activity data and emission factors describing horticulture
- zeitliche Disaggregation für NH₃-Emissionen aus der Mineraldünger- und Wirtschaftsdüngeranwendung mit dem Ziel der Auflösung von Monaten
- Vervollständigung des Berichts der Emissionen von NMVOC aus Pflanzenbeständen im Hinblick auf die bei MAFF (2001) dokumentierten Erkenntnisse
- Entwicklung von Werkzeugen zur Rekonstruktion der zeitreihen für Aktivitäten und Emissionsfaktoren im Gemüsebau

17 Additional information / Zusatzinformationen

17.1 The Assessment of Air Temperatures Relevant to Emission Inventories / Die Erfassung relevanter Lufttemperaturen für Emissionsinventare

17.1.1 The significance of up-to-date air temperature data / Die Bedeutung von aktuellen Lufttemperaturdaten

Both the state of equilibria in chemistry and biology as well as the velocities with which they are attained, are temperature dependent. In particular this applies to the state of chemical equilibria (van't Hoff's equation), the vapour pressure of solutions (Clausius-Clapeyron equation) and rate constants of chemical reactions (Arrhenius equation). Physiological activities of living organisms are linked to certain temperature ranges, in which they exhibit an activity optimum.

Inevitably, all emission processes have to be temperature dependent. For several emission factors temperature ranges are given in which they have to be applied (e.g. mineral fertiliser application, manure storage and spreading). In some cases soil surface temperatures may be relevant, in other cases temperatures inside a slurry store or a manure heap. However, these temperatures cannot be recorded on a broader scale. Therefore it seems convenient to use air temperatures as surrogate data; for mineral fertiliser applications a mean spring air temperature is used as measure, for slurry and manure storage mean annual air temperatures.

Mean air temperatures have increased during the past decades to such an extent that the use of historic climate maps without corrections is thought to be inadequate for the determination of relevant temperatures (e. g. Mayer et al. 2005).

Mean annual temperatures and mean spring temperatures of 1990 to 2007 are higher than the values of 1961 to 1990 by 0.9 °C or 1.1 °C, respectively (Table 17.1) (expert judgement Löpmeier, DWD; in accordance with Mayer et al., 2005).

With respect to the establishment of emission inventories with a comparatively high resolution in time and space (months, rural districts), maps of the mean air temperature based upon measurements of the years 1961 to 1990, were corrected by adding these values.

Die Lage von Gleichgewichten in Chemie und Biologie sowie die Geschwindigkeiten, mit denen sie sich einstellen, sind temperaturabhängig. Hierzu zählen insbesondere die Lage chemischer Gleichgewichte (van't-Hoff-Gleichung), Dampfdrücke von Lösungen (Clausius-Clapeyron-Gleichung) und Umsetzungsrate bei chemischen Reaktionen (Arrhenius-Gleichung); Die physiologische Aktivität von Organismen ist an einen Temperaturbereich gebunden, in dem sie im Regelfall ein Aktivitätsoptimum besitzt.

Alle Emissionsvorgänge sind deshalb zwangsläufig temperaturabhängig. Für eine Reihe von Emissionsfaktoren gibt es demzufolge Temperaturbereiche, in denen sie anzuwenden sind (z.B. Mineraldünger-Anwendung, Wirtschaftsdünger-Lagerung und –Ausbringung). Maßgebliche Temperaturen sind dabei Bodenoberflächen-Temperaturen und die Temperaturen innerhalb von Gülle-Lagern oder Misthaufen. Da diese Temperaturen jedoch nicht flächendeckend erfasst werden, wird die Lufttemperatur als Hilfsgröße herangezogen, und zwar die Frühlings-Lufttemperatur bei der Mineraldünger-Anwendung und die mittlere Jahrestemperatur bei der Wirtschaftsdünger-Lagerung.

Die Steigerungen der mittleren Lufttemperaturen in den vergangenen Jahrzehnten ist so erheblich, dass die Anwendung von älteren Klimakarten ohne Korrekturen zur Bestimmung der relevanten Temperaturen als unzureichend angesehen wird (z. B. Mayer et al. 2005).

Laut Expertenurteil Löpmeier (DWD) liegen die mittleren Jahres- und Frühlingstemperaturen der Jahre 1990 bis 2007 um 0,9 °C bzw. 1,1 °C über denen der Jahre 1961 bis 1990 (Table 17.1) (vgl. auch Mayer et al., 2005).

Im Hinblick auf die Herstellung von Emissionsinventaren mit einer hohen zeitlichen und örtlichen Auflösung (Monate, Landkreise) erschien es deshalb sinnvoll, Karten der mittleren Lufttemperatur, die auf Messwerten der Jahre 1961 bis 1990 basieren, durch die Addition dieser Werte zu korrigieren.

17.1.2 Assessment of the data required / Erzeugung der benötigten Daten

DWD (German Weather Service) kindly provided digital maps of the 30-years-mean monthly air temperatures based upon measurements in the years 1961 to 1990. These interpolated maps have a resolution of

DWD (Deutscher Wetterdienst) stellte freundlicherweise für jeden Monat eine digitale Karte mit den 30jährigen Monatsmittelwerten der Lufttemperatur zur Verfügung. Die Karten beruhen auf Messungen der

1 x 1 km².

In order to generate mean annual temperatures for rural districts, initially the average of all 12 maps was calculated for each grid cell. Afterwards the average of all grid cells belonging to a rural district was taken as the mean annual temperature.

To take the increasing mean air temperatures during the last years into account 0.9 °C (expert judgement Löpmeier, Table 17.1) were added to the mean annual temperatures for each rural district.

For mean spring temperatures the same procedure was applied to the maps of the months March, April, and May. The correction value in this case was 1.1 °C (Table 17.1).

Jahre 1961 bis 1990, die mit einer Auflösung von 1 x 1 km² in die Fläche interpoliert sind.

Zur Erzeugung von Jahresmittelwerten auf Landkreisbasis wurde zunächst der Mittelwert aller 12 Karten für jede Rasterzelle berechnet. Anschließend wurde jedem Landkreis der Mittelwert der zu ihm gehörigen Rasterzellen zugeordnet.

Zu den Mittelwerten der Landkreise wurden dann 0,9 °C (Expertenurteil Löpmeier, Table 17.1) addiert, um die Steigerung der mittleren Lufttemperaturen in den letzten Jahren zu berücksichtigen.

Zur Erzeugung von Frühlingmittelwerten auf Landkreisbasis wurde das gleiche Verfahren auf die Karten der Monate März, April und Mai angewendet. Als Korrekturwert wurde hier 1,1 °C verwendet (Table 17.1).

Table 17.1: Air temperatures in Germany 1961 – 1990 and 1990 – 2007 and correction values

	Year	March	April	May	Spring
Mean Temperature 1961 -1990	8.6 °C	3.9 °C	7.7 °C	12.4 °C	8,0 °C
Mean Temperature 1990 - 2007	9.5 °C	5.0 °C	8.9 °C	13.4 °C	9,1 °C
Difference	0.9 °C	1.1 °C	1.2 °C	1.0 °C	1.1 °C
Correction value	+ 0.9 °C				+ 1.1 °C

Source: expert judgement Löpmeier, DWD

The spatial distribution of annual and springtime means of the air temperature in Germany is shown in Figure 17.1.

Die räumliche Verteilung von Jahresmittelwerten und Frühlingmittelwerten in Deutschland zeigt Figure 17.1.

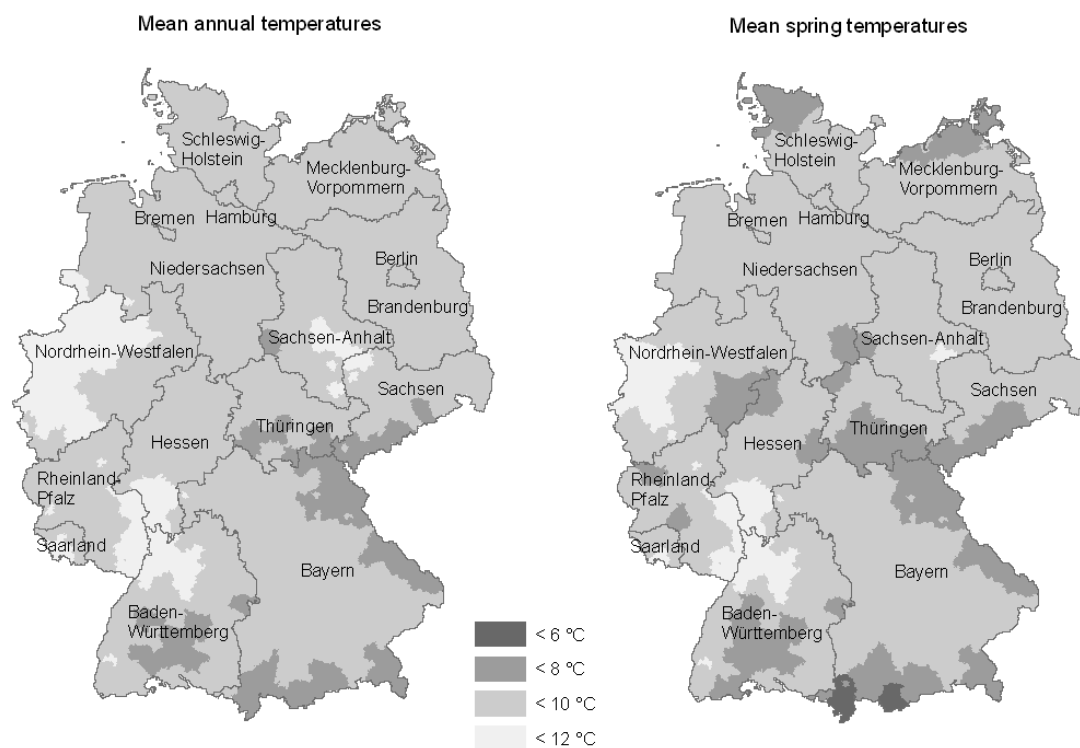


Figure 17.1 Air temperatures, map of annual and springtime means in Germany

17.2 RAUMIS

Data regarding the frequency distributions for feeding, housing (including shares of grazing and housing, housing types), storage types and spreading techniques (for manures) were modelled using the agricultural sector model RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationssystem für Deutschland – regionalised information system for agriculture and environment in Germany), which is kept and developed at the Institute of Farm Economics and Rural Studies of FAL¹⁹.

The data used comprise

- the relevant national agricultural statistics (sector data and district data)
- data supplied by KTBL
- standard data describing production processes
- data resulting from the agricultural accounts
- special analysis concerning herd size frequency distributions performed by the Federal Ministry of Agriculture
- data obtained from surveys

Whenever statistical data are missing, expert judgements are used to establish the model.

The frequency distributions were calculated for the years 1991, 1995, and 1999. These distributions are applied as follows: 1991 for 1990 to 1993; 1995 for 1994 to 1998; 1999 for the years from 1999 onwards.

The data describing animal numbers are founded on the agricultural census of 1992, with a resolution of districts. They were adjusted to district data resulting from the animal census of 1990 using correction factors.

In the New Länder, basic data describing districts in 1989 were corrected with respect to the situation in 1990²⁰. In addition, all numbers were related to the district boundaries valid in 1999. We assume that the resulting error is acceptable, as most of the changes within the district reform in the years between 1993 and 1995 were mergers of smaller districts. At least these corrections result in a consistent time series concerning regional animal numbers.

Data concerning animal herd size distributions were based on the 1992 survey results (resolution: districts), those for the mid nineties on the 1996 census. For 1999 and the projections, district data from 1996 were used in connection with 1999 Länder data; assumptions were made for the development of animal numbers. (Although herd size distributions are part of the general census, they have not been ana-

Die Daten zu den Häufigkeitsverteilungen für die Fütterung, von Haltungsformen (Anteile Weidehaltung / Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen), Lagerungsformen und Ausbringungstechniken (bei Wirtschaftsdüngern) wurden mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und UmweltInformationssystem für Deutschland) gewonnen, das am Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume der FAL betrieben und weiterentwickelt wird²⁰.

Datengrundlage sind

- die nationalen Fachstatistiken auf sektoraler und Kreisebene
- KTBL-Normdaten zur Beschreibung der Produktionsverfahren
- Daten der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung
- Sonderauswertungen des Bundesministeriums für Landwirtschaft (Bestandsgrößenklassenverteilung)
- Befragungsdaten

Bei fehlenden statistischen Datengrundlagen wird Expertenwissen in die Modellformulierung einbezogen.

Die Häufigkeitsverteilungen wurden für die Jahre 1991, 1995 und 1999 berechnet. Die Verteilungen werden wie folgt als gültig angenommen: 1991 für 1990 bis 1993; 1995 für 1994 bis 1998; 1999 ab 1999.

Die Daten zur Beschreibung der Umfänge der Tierbestände bauen auf der Tierzählung 1992 auf Kreisebene auf, mit Korrekturfaktoren wurden die Daten an die Tierzahlen der Länderstatistik 1990 angepasst.

In den Neuen Bundesländern wurden die Ausgangsdaten auf Kreisebene von 1989 zu den Beständen 1990¹⁴ korrigiert. Zudem wurden in den Neuen Bundesländern die Tierzahlen auf die aktuelle Kreisabgrenzung im Jahr 1999 umgerechnet. Dies dürfte, da in den Kreisreformen 1993-1995 vor allem kleinere Kreise zusammengelegt wurden, mit einem geringen, hinnehmbaren Fehler in der Regionalisierung der Tierbestände behaftet sein; die Ergebnisse in der Zeitreihe werden jedoch vergleichbarer.

Daten über Bestandsgrößenklassen auf Kreisebene stammen für Anfang der 1990er Jahre aus dem Jahr 1992, für Mitte der 1990er Jahre aus dem Jahr 1996. Für das Jahr 1999 und Projektionen wurden Kreisdaten aus 1996 verwendet und anhand der Werte auf Länderebene für 1999 mit Annahmen über die Bestandsentwicklung fortgeschrieben. (Die Bestandsgrößenklassen liegen aber eigentlich bei jeder Vieh-

¹⁹ For an introduction see Weingarten (1995), for a detailed description see Henrichsmeyer et al. (1996).

²⁰ These data are part of the model system RAUMIS and are based on a comprehensive project to model agriculture in the New Länder.

lysed for districts).

A survey in districts assumed to be representative of whole regions (so-called model districts) supplied important details on the distribution of housing systems and manure management for the years 1990 and 2000.

For a comprehensive description of the data used see Döhler et al. (2002), Chapter 2.

Animal weights for the New Länder and 1990 were extrapolated from the data provided by the annual statistics published for the German Democratic Republic. As a Länder structure did not exist in the GDR, the data for administrative districts were used to establish Länder data “surrogates” as follows:

- Brandenburg: Frankfurt/Oder, Potsdam, Cottbus
- Mecklenburg-Vorpommern: Neubrandenburg, Rostock, Schwerin
- Sachsen: Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt
- Sachsen-Anhalt: Magdeburg, Halle
- Thüringen: Erfurt, Gera, Suhl

zählung als Totalerhebung vor, werden aber nicht mehr auf Kreisebene ausgewertet.)

Eine Befragung in Modellkreisen im Jahr 2000 diente der Erhebung wichtiger Daten zu Haltungsverfahren und zum Wirtschaftsdünger-Management für die Jahre 1990 und 2000.

Die detaillierte Beschreibung der Datengrundlage findet sich bei Döhler et al. (2002), Kapitel 2.

Daten für die Neuen Bundesländer (Tiergewichte) im Jahr 1990 wurden aus Daten der letzten verfügbaren statistischen Jahrbücher der Deutschen Demokratischen Republik extrapoliert. Dabei wurden für die Neuen Bundesländer die Mittelwerte der DDR-Bezirke wie folgt verwendet:

- Brandenburg: Frankfurt/Oder, Potsdam, Cottbus
- Mecklenburg-Vorpommern: Neubrandenburg, Rostock, Schwerin
- Sachsen: Dresden, Leipzig, Karl-Marx-Stadt
- Sachsen-Anhalt: Magdeburg, Halle
- Thüringen: Erfurt, Gera, Suhl

18 Acknowledgements / Danksagung

We are indebted to many persons and institutions for their help and advice, and wish to express our thanks to (in alphabetic order):

Wir sind zahlreichen Personen und Institutionen für ihre Unterstützung und ihren Rat zu Dank verpflichtet (in alphabetischer Ordnung):

B. Amon, Department of Sustainable Agricultural Systems, University of Natural Resources and Applied Life Sciences (Universität für Bodenkultur), Vienna

W. Asmann, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria

A. Benndorf, Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Dessau

K.-H. Bodenstern, Aschera Landwirtschaftsgesellschaft, Aschera

W. Brade, Chamber of Agriculture Lower Saxony (Landwirtschaftskammer Niedersachsen), Hannover

J. Busche, Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin and Dessau

U. Döring, Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin and Dessau

M. Grün, FOOD GmbH, Jena

K. Hausmann, Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Dessau

D. Höppner, Zentralverband der deutschen Geflügelwirtschaft e.V.

S. Klages, KTBL, Darmstadt

H. Kleine-Klausing, deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, Düsseldorf

J. Küsters, Chamber of Agriculture Lower Saxony (Landwirtschaftskammer Niedersachsen), Northeim

H. Luesink, LEI (Agricultural Economics Research Institute), Den Haag, The Netherlands

H. Meyer, Moorgut Kartzfehn von Kameke, Bösel, Germany

H. Prüße, Institute of Rural Studies, vTI

J. Rogasik, Institute of Plant Nutrition, JKI (Julius Kühn Institute), Braunschweig

M. Rönsch, Aschera Landwirtschaftsgesellschaft, Aschera

K. Schnabel, BEAG Agrar GmbH, Behringen

The colleagues in the EAGER²¹ group – H. Menzi and B. Reidy, Switzerland, L. Rohde, Sweden, N.J. Hutchings, Denmark, G.J. Monteny and H.H. Luesink, The Netherlands, and J. Webb and T.H. Misselbrook, UK.

²¹ EAGER - European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.

19 References / Literatur

- ADR – Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (1990, and subsequent years) Rinderproduktion in Deutschland 1990 (and subsequent years). Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter, Bonn
- Agriserve (2009) Stroh – Allgemeines. <http://www.benekov.de/Stroh-3.html> [2009-07-22]
- Amann M, Bertok I, Cofala J, Gyarfas F, Heyes C, Klimont Z, Schöpp W, Winiwarter W (2000) Baselin Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFÉ) Programme. Final Report. http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/general/pdf/cafe_lot1.pdf
- Amon B, Amon Th, Boxberger J, Alt Ch (2001) Emissions of NH₃, N₂O, and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (Housing, Manure Storage, Manure Spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60, 103-113.
- Amon T, Kryvoruchko V, Bodirosa V, Amon B (2005) Methanerzeugung aus Getreide, Wiesen gras und Sonnenblumen: Einfluss des Erntezeitpunktes und der Vorbehandlung. *KTBL (ed.) 7. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung*, 1. – 3. März 2005, Braunschweig / Deutschland, 343–348
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Potsdam (from 2007 onwards)
- Anonymus (1997) Futterwertleistungsprüfung: Masthühnerküken-Alleinfutter im Test. *DGS Intern* 14/1997, Ulmer, Stuttgart, 10-11
- Anonymus (2001a) Legeleistungsprüfung für Hühner 1998 bis 2000. *DGS Magazin* 5/2001, Ulmer, Stuttgart, 12-18
- Anonymus (2001b) Masthühnerküken-Alleinfutter I: Futterwertleistungsprüfung 2001. *DGS Magazin* 40/2001, Ulmer, Stuttgart, 28-32
- Anonymus (2003) Legeleistungsprüfung für Hühner 2001/2002. *DGS Magazin* 31/2003, Ulmer, Stuttgart, 23-30
- Anonymus (2005) Legeleistungsprüfung für Hühner 2002/2004. *DGS Magazin* 1/2005, Ulmer, Stuttgart, 15-19
- Anonymus (2007a) Drei Futter – vergleichbare Wirtschaftlichkeit. *DGS Magazin* 1/2007, Ulmer, Stuttgart, 27-30
- Anonymus (2007b) Legehennen-Alleinfutter im Test. *DGS Magazin* 22/2007, Ulmer, Stuttgart, 26-32
- Anonymus (2007c) Legehennen-Alleinfutter im Test. Geringerer Unterschied bei braunen Hennen. *DGS Magazin* 48/2007, Ulmer, Stuttgart, 20-25
- Anonymus (2007d) Futterwertleistungsprüfung für Masthühnerküken-Alleinfutter I. http://www.duesse.de/gefluegel/pdfs/mk_fwlp_2007.pdf [2008-03-18]
- Bargo F, Rearte DH, Santini FJ, Muller LD (2001) Ruminal Digestion by Dairy Cows Grazing Winter Oats Pasture Supplemented with Different Levels and Sources of Protein. *J Dairy Sci* 84, 2260-2272
- Bartnik B (1989) Verdauungsversuche an Legehybriden zur Überprüfung vorhandener Schätzgleichungen. Diplomarbeit, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 62 pp (incl. Anhang mit Tabellen)
- Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, München
- Beever DE, Hattan AJ, Cammell SB, Humphries DJ, Jones AK (2000) Lactational performance and energy utilisation in high yielding cows. *Ann. Meeting BSAS, March 2000, Proc Br Soc Anim Sci*, pg 10
- Bertilsson J (2002) Methane emission from enteric fermentation – effects of diet composition. In: Petersen SO, Olesen JE (eds) *Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries. Proc International Workshop Helsingør, 24 – 25 January 2002. DIAS Report Plant Production* 81, 37-44
- Beyer M, Chudy A, Hoffmann L, Jentsch W, Laube W, Nehring K, Schiemann R (2004) Rostocker Futterbewertungssystem. Kennzahlen des Futterwertes und Futterbedarfs auf der Basis von Nettoenergie. Dummerstorf: Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere. 392 pp
- Birkenmaier F, Schwarz FJ, Müller, Kirchgessner M (1996) Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei Verfütterung von Futtermitteln in Ergänzung zu Grassilage. *Arch Anim Nutr* 49, 335-347
- Blum JW (2002) Fütterung von Equiden. http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/NOZ/NOZ%20ss%202003/Pferdef%FCttering_Total.pdf
- BMJ – Bundesministerium der Justiz (2005) Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand. *Direktzahlungen-Verpflichtungsverordnung. BGBl.* 2004, Teil 1, Nr. 58, 2778 ff
- Brehme G (2007) Emissionspapier Pekingentenhaltung. Unpublished, pp. 23.
- Bundesminister für Wirtschaft (1969) Gesetz über Einheiten im Meßwesen. *BGBl.* 1969, Teil I, 709-712
- Bundesminister für Wirtschaft (1970) Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen. *BGBl.* 1970, Teil I, 981-991
- Butterbach-Bahl K, Willibald G, Papen H (2002) Soil core method for direct simultaneous determination of N₂ and N₂O emissions from forest soils. *Plant Soil* 240, 105-116
- Cai Z, Laughlin RJ, Stevens RJ (2001) Nitrous oxide and dinitrogen emissions from soil under different water regimes and straw amendment. *Chemosphere* 42, 113-121
- Centraalbureau voor de Statistiek (ed.) (2004) *Monitor Mineralen en Mestwetgeving 2004*. Centraalbureau voor de Statistiek, Voonburg/Herlen, 111 pp
- Centraalbureau voor de Statistiek (ed.) (2007) *Monitor Mineralen en Mestwetgeving 2007*. Centraalbureau voor de Statistiek, Voonburg/Herlen, 83pp. <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/natuur-milieu/publicaties/publicaties/archief/2007/2007-j64-pub.htm>
- CEIP/EEA - Centre on Emission Inventories and Projections (2008) *Annual Synthesis & Assessment report of CLRTAP and NECD inventory review Stage 2 for Germany*. Created by CEIP/EEA- ETCACC: 30th May 2008. Communicated by Umweltbundesamt, Wien.

- Daenischessen (2006) Die dänische Eier- und Geflügelproduktion.
http://www.daenischessen.de/produktion_markt/produktionszweige/gefluegel.htm.
- Damme K (1994) LVA Kitzingen: Broiler-Herkunftsprüfung 1994. DGS Magazin 39/1994, Ulmer, Stuttgart, 8-9
- Damme K (1995) Gemischt oder getrenntgeschlechtlich? DGS Intern 51/52/1995, Ulmer, Stuttgart, 7-10
- Damme K (1997) Lehr- und Versuchsstation für Kleintierzucht Kitzingen: 12. Mastherkunftsprüfung für Jungmasthühner. DGS Intern 13/1997, Ulmer, Stuttgart, 3-5
- Damme K (2000) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2001. Ulmer, Stuttgart, pp. 197-207
- Damme K (2001) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2002. Ulmer, Stuttgart, pp. 181-192
- Damme K (2002) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2003. Ulmer, Stuttgart, pp. 193-204
- Damme K (2003) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2004. Ulmer, Stuttgart, pp. 68-79
- Damme K (2004) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2005. Ulmer, Stuttgart, pp. 74-89
- Damme K (2005) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2006. Ulmer, Stuttgart, pp. 60-76
- Damme K (2006) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2007. Ulmer, Stuttgart, pp. 67-85
- Damme K, Rychlik I (2001) 13. Bayerische Herkunftsprüfung für Masthybriden: Rasche Gewichtsentwicklung bei bester Futtermittelverwertung. DGS Magazin 5/2001, Ulmer, Stuttgart, 24-29
- Dämmgen U (ed.) (2003): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2004 for 2002. Landbauforsch Völknerode, Special Issue 260
- Dämmgen U (2005) Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. Landbauforsch Völknerode Special Issue 291, 223-230
- Dämmgen U, Döhler H, Lüttich M, Eurich-Menden B, Osterburg B, Haenel H-D, Döring U, Strogies M (2006) Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Berichterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 1. Emissionen. Landbauforschung Völknerode Special Issue 291, 5-9
- Dämmgen U, Erisman JW (2005) Emission, transmission, deposition and environmental effects of ammonia from agricultural sources. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko (eds) Emissions from European Agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 97-112
- Dämmgen U, Grünhage L (2001) Trace gas emissions from German agriculture as obtained from the application of simple or default methodologies. Environ Pollut 117, 23-34
- Dämmgen U, Haenel H-D, Rösemann C, Conrad J, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Laubach P, Müller-Lindenlauf M, Osterburg B (2009a) Calculations of emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007. Methods and Data (GAS-EM). vTI Agricultural and Forestry Research, Special Issue 324, 9-385
- Dämmgen U, Haenel H-D, Rösemann C, Hutchings NJ, Brade W, Lebzien P (2009b) Improved national calculation procedures to assess energy requirements, nitrogen and VS excretions of dairy cows in the German emission model GAS-EM. vTI Agricultural and Forestry Research 59, 233-252
- Dämmgen U, Haenel H-D, Rösemann C, Brade W, Müller-Lindenlauf M, Eurich-Menden B (2010a) An improved data base for the assessment of energy requirements, nitrogen and VS excretions of dairy cows in the German emission model GAS-EM as well as ammonia emission factors. vTI Agricultural and Forestry Research (in preparation)
- Dämmgen U, Haenel H-D, Rösemann C, Eurich-Menden B (2010b) Ammonia emission factors related to total ammoniacal nitrogen in the mass flow model depicting pig production. vTI Agricultural and Forestry Research (in preparation)
- Dämmgen U, Hutchings NJ (2005) The assessment of emissions of nitrogen species from agriculture using the methodology of the atmospheric emission inventory guidebook. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (eds) Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 51-62
- Dämmgen U, Hutchings NJ (2008) Emissions of gaseous nitrogen species from manure management - a new approach. Environmental Pollution 154, 488-497
- Dämmgen U, Lüttich M (2005) The Derivation of Nitrogen Excretions for Dairy Cows from Available Statistical Data. Landbauforsch Völknerode Special Issue 291, 231-244
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2002) GAS-EM – ein Kalkulationsprogramm für Emissionen aus der Landwirtschaft. Landbauforsch Völknerode 52, 19-42
- Dämmgen U, Lüttich M, Haenel H-D, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2007) Calculations of emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005. Methods and Data (GAS-EM). Landbauforschung Völknerode Special Issue 304, 9-243
- De Vries W, Kros J, Oenema O, de Klein J (2003) Uncertainties in the fate of nitrogen II: A quantitative assessment of the uncertainties in major nitrogen fluxes in the Netherlands. Nutr Cycl Agroecosyst 66, 71-102
- Denier van der Goon HAC, Bleeker A, Ligthart T, Duijzer JH, Kuikman PJ, van Groeningen JW, Hamminga W, Kroeze C, de Wilde HPJ, Hensen A (2004) Indirect nitrous oxide emissions from the Netherlands; source strength, methodologies, uncertainties and potential for mitigation. TNO report R 2004/275. TNO Apeldoorn, 131 pp
- Dennhöfer W (1988) Einfluss von rekombiniertem, bovinem Somatotropin auf die Milchleistung, Milchezusammensetzung und das Körpergewicht beim deutschen Fleckvieh. Thesis, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 141 pp
- Deutscher Büffelverband (2008) Büffelhaltung in Deutschland. <http://www.bueffelverband-deutschland.de/haltung.html> [24.7.2008]

- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (1999): DLG-Merkblatt 314: Nährstoffanfall und Futterflächenbedarf in der Pferdehaltung. 15 pp
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (ed.) (2005) Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG/Band 199. DLG-Verlag, Frankfurt/Main. 69 pp
- DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (2006) Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG-Information 1/2006 Frankfurt/M. : Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft. 29 pp
- Döhler H, Eurich-Menden B, Dämmgen U, Osterburg B, Lüttich M, Bergschmidt A, Berg W, Brunsch R (2002) BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahr 2010. Forschungsbericht 299 42 256/02. Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin
- Düngerverordnung (1996) Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen. BGBl, part I, dd. 26-1-96
- Düngerverordnung (2007) Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenschutzmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen. BGBl, Teil I Nr. 7, dd. 5-3-2007
- Dustan A (2002) Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. JTI-rapport Lantbruk & Industri 299, 41 pp
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ed.) (2004) Klärschlämme - Inhaltsstoffe und Bewertung. DWA, Hennef. 138 pp
- EEA - European Environment Agency (1996) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 1st Edition, CD-Rom. EEA, Copenhagen
- EEC - European Economic Community (1986) Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Official Journal L 181 , 04/07/1986 P. 0006 - 0012 40
- Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau Zürich-Reckenholz, Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft Liebefeld (ed.) (1997) Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe FAL 26, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich.
- Ellis JL, Kebreab E, Odongo NE, McBride BW, Okine EK, France J (2007) Prediction of Methane Production from Dairy and Beef Cattle. J Dairy Sci 90, 3456-3466
- EMEP - Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (2005) UNECE/EMEP activity data and emission database - WebDab 2005. <http://webdab.emep.int/>
- EMEP - Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (2008) Officially Reported Emission Data. <http://www.emep-emissions.at/emission-data-webdab/emission-as-reported-by-parties/>
- EMEP - Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (2009) Officially Reported Emission Data. <http://www.ceip.at/emission-data-webdab/submissions-under-clrtap/2009-submissions/>
- EMEP (2004 gpg) -EMEP/CORINAIR Good Practice Guidance - <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4/BGPG.pdf>
- EMEP (2006) -EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2006, pg 10.16. <http://reports.eea.europa.eu/EMEPCORINAIR4/en/B1010vs4.0.pdf>
- EMEP (2007) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 5rd ed., Technical Report No 16/2007. EEA, Copenhagen. <http://reports.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5>
- Europäische Gemeinschaft (1997) Verordnung (EG) Nr. 820/97 des Rates vom 21. April 1997 zur Einführung eines Systems zur Kennzeichnung und Registrierung von Rindern und über die Etikettierung von Rindfleisch und Rindfleischerzeugnissen. *Amtsblatt Nr. L 117 vom 07/05/1997 S. 0001 - 0008*
- European Union (2005) European Pollutant Release and Transfer Register (PRTR). <http://europa.eu.int/scadplus/leg/en/lvb/l28149.htm>
- Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 12th ed., Landwirtschaftsverlag, Münster, 1993
- Feldhaus L, Sieverding E (2007) Putenmast. 3rd edition, Ulmer, Stuttgart
- Flachowsky G, Flachowsky E (1997) Integriertes Umweltmanagement in Unternehmen der landwirtschaftlichen Primärproduktion - Tierproduktion. In: Birkner U, Doluschitz R (eds.) Betriebliches Umweltmanagement in der Land- und Ernährungswirtschaft, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, pp. 40-60
- Flachowsky G, Meyer U, Lebzien P (2004) Zur Fütterung von Hochleistungskühen. *Übers Tierernährung* 32, 103-147
- Frede G, Dabbert S (eds.) (1998): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Ecomed, Landsberg. 451 pp
- Freibauer A, Kaltschmitt M (eds.) (2000a) Emission Rates and Emission Factors of Greenhouse Gas Fluxes and Animal Agriculture. Biogenic Emissions of Greenhouse Gases Caused by Animal and Arable Agriculture (FAIR3-CT96-1877). Project Report Task 1. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Typescript, 375 pp
- Freibauer A, Kaltschmitt M (eds.) (2000b) Overall emissions. Biogenic Emissions of Greenhouse Gases Caused by Animal and Arable Agriculture (FAIR3-CT96-1877). Project Report Task 3. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Typescript, draft
- Gauger T, Dämmgen U, Vermeulen A, Bleeker A, Erisman J-W, Schaap M, Rösemann C; Nagel H-D, Spranger T, Klimont Z (2006) Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Be-

- richterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 2. Transmission und Deposition. Landbauforschung Völknerode Spezial Issue 291, 11-19.
- Geflügeljahrbuch (2005) Jahrbuch des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. und seiner Mitgliedsverbände. Ulmer, Stuttgart, 328 pp
- Gehman AM, Kononoff PJ, Mullins CR, Janicek BN (2008) Evaluation of nitrogen utilization and the effects of monensin in dairy cows fed Brown Midrib Corn silage. *J Dairy Sci* 91, 288-300
- German standard VDI 2450 Part 1 (1977) Messen von Emission, Transmission und Immission luftverunreinigender Stoffe. Begriffe, Definitionen, Erläuterungen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 4 pp
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2004) Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen: Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung der Mastputen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 13, 199-233
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (1995) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. Frankfurt/M., DLG
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (1987) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 4. Schweine. Frankfurt/M., DLG,
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2000) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 7. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Legehennen und Masthühner 2000. Frankfurt/Main., DLG, 185 pp
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2001) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. Frankfurt/M., DLG, 135 pp
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2006) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 10. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt/M., DLG, 247 pp
- Greimel M, Steinwigger A (1998) Ökonomisch optimale Laktationsdauer bei unterschiedlichem Milchleistungsniveau auf Basis einer Modellkalkulation. *Bodenkultur* 49, 119-132
- Gruber L, Pries M, Schwarz F-J, Spiekers H, Staudacher W (2006) Schätzung der Futtermittelaufnahme bei der Milchkuh. DLG-Informationen 1/2006. http://www.futtermittel.net/pdf/futtermittel_milchkuh06.pdf
- Haenel H-D, Dämmgen U (2007 a) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 1. General considerations and pullets. *Landbauforsch Völknerode* 57(4): 349-362
- Haenel H-D, Dämmgen U (2007 b) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 2. Laying hens. *Landbauforsch Völknerode* 57(4): 363-390
- Haenel H-D, Dämmgen U (2009a) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 3a. Broilers. Fattening procedures and animal properties. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research*, 59(1): 61-86
- Haenel H-D, Dämmgen U (2009b) Consistent time series of data to model volatile solids and nitrogen excretions of poultry. 3b. Broilers. Modelling using official statistical data. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research*, 59(2): 87-104
- Haenel H-D, Dämmgen U, Laubach P, Rösemann, C (2010a) Update of the calculation of metabolizable energy requirements and of the NH₃ emission factors for pigs in the German agricultural emission inventory. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research* (in preparation).
- Haenel H-D, Rösemann, C, Müller-Lindenlauf, M, Dämmgen U (2010b) Estimating numbers of piglets, weaners and fattening pigs for the German agricultural emission inventory. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research* (in preparation).
- Hahn G (2004) Faustzahlen zum Schlachtgeflügel. *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft* 2005. Ulmer, Stuttgart, pp. 224-229
- Hahn G (2006) Faustzahlen über Schlachtgeflügel. *Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft* 2007. Ulmer, Stuttgart, pp. 224-231
- Halle I (2002) Einfluss einer gestaffelten Supplementierung von Lysin und Methionin während der Aufzucht auf das Wachstum und auf Leistungsmerkmale der Hennen in der folgenden Legeperiode bei einer gestaffelten Protein- und Energieversorgung. *Arch. Geflügelk.* 66, 66-74
- Harrison R, Webb J (2001) A review of the effect of N fertilizer type on gaseous emission. *Adv Agronomy* 73, 65-108
- Hartmann W, Heil G (1992) Amtliche Legeleistungsprüfung 1990/91: Zusammenfassende Auswertung. *DGS Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 8/1992, Ulmer, Stuttgart, 219-229
- Heil G, Hartmann W (1993) Amtliche Legeleistungsprüfung 1991/92: Zusammenfassende Auswertung. *DGS Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 8/1993, Ulmer, Stuttgart, 7-15
- Heil G, Hartmann W (1994) Amtliche Legeleistungsprüfung 1992/93: Zusammenfassende Auswertung. *DGS Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 8/1994, Ulmer, Stuttgart, 6-14
- Heil G, Hartmann W (1995) Amtliche Legeleistungsprüfung 1993/94: Zusammenfassende Auswertung. *DGS Magazin* 13/1995, Ulmer, Stuttgart, 18-29
- Heil G, Hartmann W (1996) Amtliche Legeleistungsprüfung 1994/95: Zusammenfassende Auswertung. *DGS Magazin* 18/1996, Ulmer, Stuttgart, 10-21
- Heil G, Hartmann W (1998) Amtliche Legeleistungsprüfung 1996/97: Zusammenfassende Auswertung. *DGS Magazin* 40/1998, Ulmer, Stuttgart, 20-31
- Heil G, Hartmann W (2000) Amtliche Legeleistungsprüfung 1997/99: Zusammenfassende Auswertung. *DGS Magazin* 9/2000, Ulmer, Stuttgart, 10-17

- Heinze A, Rau K (o.J.) Steigende Wurfgrößen - mehr verwertbare Ferkel? <http://www.tll.de/ainfo/pdf/wurf0807.pdf> [22.7.08]
- Helmig D, Klinger LF, Guenther A, Vierling L, Geron C, Zimmerman P (1999) Biogenic volatile organic compound emission (BVOCs). I. Identifications from three continental sites in the U.S.. *Chemosphere* 38, 2163-2178.
- Helmig D, Klinger LF, Guenther A, Vierling L, Geron C, Zimmerman P (1999) Biogenic volatile organic compound emission (BVOCs). I. Identifications from three continental sites in the U.S.. *Chemosphere* 38, 2163-2178.
- Hennig A, Poppe S (eds.) (1975) Abprodukte tierischer Herkunft als Futtermittel. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 232 pp
- Henrichsmeyer W, Cypris Ch, Löhe W, Meuth M, Isermeyer F, Heinrich I, Schefski A, Neander E, Fasterding F, Neumann M, Nieberg H (1996) Entwicklung des gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht für das BMELF (94 HS 021), Bonn, Braunschweig
- Hermansen JE, Kristensen T (1993) The effect of supplementary formalin treated soya-bean meal on feed intake, milk yield and live-weight gain of dairy cows fed ensiled fodder beets. *Arch Anim Nutr* 43, 251-258
- Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden
- Heyland K-U (1996) Spezieller Pflanzenbau. Ulmer, Stuttgart, 368 pp
- Hinz T (2005) Messung luftgetragener Partikel in und aus der Geflügelmast. *Landtechnik* 60, 100-101
- Hinz T, Linke S, Berk J (2008) Environmental load due to PM and ammonia emissions from a turkey house – a perennial case study. submitted
- HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2005) Jahresagrarbericht 2005. HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2006) Jahresagrarbericht 2006. HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2007) Jahresagrarbericht 2007. HMULV – Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2008) Jahresagrarbericht 2008. http://www.hm.ulv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?uid=24607118-ff12-701b-e592-63b5005ae75d
- Hobbs PJ, Webb J, Mottram TT, Grant B, Misselbrook TM (2004) Emissions of volatile organic compounds originating from UK livestock agriculture. *J Science of Food and Agriculture* 84, 1414-1420
- Hoogeveen MW, Luesink HH, Mokveld LJ, Wisman JH (2005) Uitgangspunten en berekeningen voor de Milieubalans 2005. LEI, Den Haag
- IGZ – Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren und Erfurt (2007) Düngung im Freilandgemüsebau – Datenbasis für eine erfolgreiche Düngung im Freilandgemüsebau (2. Auflage). Berlin/Bonn. http://www.igzev.de/files/Dueng_im_FGB.pdf
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 3. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC WGI Technical Support Unit, Bracknell
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2000) Good Practice Guidance and Uncertainty Measurement in National Greenhouse Gas Inventories. IPCC National Greenhouse Gas Inventories programme. Technical Support Unit. Hayama (Table 4.17)
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry (1993) Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry. 2nd ed., Blackwell, London, 160 pp
- IUPAP – International Union of Pure and Applied Physics (1987) Symbols, Units, Nomenclature and Fundamental Constants in Physics. *Physica* 146A, 1-68
- Jarvis SC, Pain BF (1994) Greenhouse gas emissions from intensive livestock systems: their estimation and technologies for reduction. *Climatic Change* 27, 27-38
- Jenkins TC, Bertrand JA, Bridges WC (1998) Interactions of Tallow and Hay Particle Size on Yield and Composition of Milk from Lactating Holstein Cows. *J Dairy Sci* 81, 1396-1402
- Jentsch W, Wittenburg H, Hoffmann L, Schiemann R (1970) Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 2. Mitt. Untersuchungen über die Verwertung der Futterenergie bei Harnstoffeinsatz. *Archiv Tierernährung* 20, 423-440
- Jentsch W, Wittenburg H, Schiemann R (1972) Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 4. Mitt. Untersuchungen über die Verwertung der Futterenergie bei Rapsöleinsatz. *Archiv Tierernährung* 22, 697-720
- Jilg T (2009) Phasenfütterung in der intensiven Lämmermast. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1109109_11/index1215773518694.html [2009-12-17]
- Jouany J-P (2008) Enteric methane production by ruminants and its control. In: Andrieu S, Wilde D (eds.) Gut efficiency; the key ingredient in ruminant production. Elevating animal performance and health. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. pp 35-59 KANN DAS WEG?
- Johnson HA, Baldwin RL (2008) Evaluating model predictions of partitioning nitrogen excretion using the dairy cow model, Molly. *Animal Feed Sci Tech-nol* 143, 104-126
- JRC-SAI – Joint Research Centre of the European Commission – Space Applications Institute (2000) Soil Geographical Data Base of Europe, scale 1:1,000,000. Joint Research Centre of the European Commission – Space Applications Institute, Ispra
- Jungkunst H F, Freibauer A (2005) Overview on emissions observations in Europe. In: Leip A (ed.) N₂O emissions from agriculture. Report on the expert meeting on “Improving the quality for greenhouse gas inventories for N₂O emissions from agricultural soils” under the mandate of the working group on annual inventories, Climate Change Committee, Joint Research Centre, 21-22 October 2004, Ispra. pp 48-54

- Kasimir-Klemetsson Å, Klemetsson L (2002) A critical analysis of nitrous oxide emissions from animal manure. In: Petersen SO, Olesen JE (eds.) Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries. Proc international workshop Helsingør, Denmark, 24-25 January 2002. Danish Institute of Agricultural Sciences. DIAS report Plant Production no. 81, pp 107-121
- Kebreab E, France J, Beaver, DE, Castillo AR (2001) Nitrogen pollution by dairy cows and its mitigation by dietary manipulation. *Nutr Cycl Agroecosyst* 60, 275-285
- Kebreab E, France J, Mills JA, Allison R, Dijkstra J (2002) A dynamic model of N metabolism in the lactating dairy cow and an assessment of N excretion on the environment. *J Animal Sci* 80: 248-259
- Kebreab E, France J, McBride BW, Odongo N, Bannink A, Mills JAN, Dijkstra J (2006) Evaluation of Models to Predict Methane Emissions from Enteric Fermentation in North American Dairy Cattle. In: Kebreab E, Dijkstra J, Bannink A, Gerrits WFF, France J (eds.) Nutrient Digestion and Utilization in Farm Animals. Modelling Approaches. CAB International, pg. 299-313
- Kirchgessner M (ed.) Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtälbern und Aufzuchtrindern. *Proc Soc Nutr Physiol* 6, 201-215
- Kirchgessner M, Maierhofer R, Schwarz FJ, Eidelsburger U (1992) Einfluss von geschütztem Arginin auf Futteraufnahme, Milchleistungsparameter sowie Wachstumshormonspiegel und Aminosäuren im Blutplasma von Kühen bei der Sommerfütterung mit Gras. *Arch Anim Nutr* 45, 57-69
- Kirchgessner M, Windisch W, Kreuzer M (1991a) Stickstoffemission laktierender Milchkühe über die Gülle in Abhängigkeit von der Leistungsintensität. *Agribiological Research* 44, 1-13
- Kirchgessner M, Windisch W, Müller HL, Kreuzer M (1991b) Release of methane and carbon dioxide by dairy cattle. *Agribiological Research* 44, 91-102
- Kirchmann H, Witter E (1989) Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic manure decomposition. *Plant and Soil* 115: 35-41.
- Klaassen G (1991) Past and future emissions of ammonia in Europe. Status Report SR-91-01. International Institute for Applied Systems Analysis - IIASA, Laxenburg
- Klein F W (1991a) Jungmasthühner im Test: Ergebnisse aus der LVA Kitzingen. *DGS Magazin* 16/1991, Ulmer, Stuttgart, 452-454
- Klein F W (1991b) 24. Bayerische Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. *DGS Magazin* 18/1991, Ulmer, Stuttgart, 510-512
- Klimont Z, Cofala J, Bertok I, Amann M, Heyes C, Gyarfas F (2002) Modelling Particulate Emissions in Europe. A Framework to Estimate Reduction Potential and Control Cost. Interim Report IR-02-076. IIASA Laxenburg, 169 pp
- Köhnlein J, Vetter H (1953) Ernterückstände und Wurzelbild. Parey, Hamburg, 138 pp
- König G, Brunda M, Puxbaum H, Hewitt CN, Duckham SC, Rudolph J (1995) Relative contribution of oxygenated hydrocarbons to the total biogenic VOC emissions of selected Mid-European agricultural and natural plant species. *Atmospheric Environment* 29, 861-874
- Körschens M (1993) Simulationsmodelle für den Umsatz und die Reproduktion der organischen Substanz im Boden. *Ber. über Landwirtschaft SH NF* 206, 140-154
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2004) Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. KTBL-Datensammlung. 19th ed., Darmstadt: KTBL, 573 pp
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2005) Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14th ed., Darmstadt: KTBL, 1095 pp
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2006a) Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. Methode zur Bewertung von Tierhaltungsanlagen hinsichtlich Umweltwirkungen und Tiergerechtigkeit. *KTBL-Schrift* 446, Darmstadt: KTBL, 778 pp
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (ed.) (2006b) Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07. KTBL-Datensammlung. 20th ed., Darmstadt: KTBL, 672 pp
- Laber H (2005) Biologische N₂-Fixierung von Gemüseerbsen und -buschbohnen. *SLL* (2005), 81-89.
- Lægread M, Aastveit AH (2002) Nitrous oxide emissions from field-applied fertilizers. In: Petersen SO, Olesen JE (eds.) Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries. Proc international workshop Helsingør, Denmark, 24-25 January 2002. Danish Institute of Agricultural Sciences. DIAS report Plant Production no. 81, pp 122-134
- Lampe C, Dittert K, Sattelmacher B, Wachendorf M, Loges R, Taube F (2006) Sources and rates of nitrous oxide emissions from grazed grassland after application of ¹⁵N-labelled mineral fertilizer and slurry. *Soil Biol Biochem* 38, 2602-2613
- Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
see Landesämter
- Landesbetrieb für Datenverarbeitung und Statistik Brandenburg, Potsdam (until 2006)
- Landwirtschaftskammer Hannover (ed.) (2004) Rinderzucht und Milcherzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Hannover, Landwirtschaftskammer, 168 pp.
- Lebzien P, Brade W, Flachowsky G (2008) Der Milchharnstoffgehalt: Ein Indikator für die Energie- und Proteinversorgung, aber auch für die N-Emissionen in der Milcherzeugung. *Übers Tierernährung* 36, 59-74
- Leip A, Dämmgen U, Kuikman P, van Amstel A (2005) The quality of European (EU-15) greenhouse gas inventories from agriculture. *Environmental Sciences* 2, 177-192
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (ed.) (2004a) Basisdaten für die Ermittlung des Düngebedarfs und Umsetzung der Düngeverordnung, Stand Dezember 2004. <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/10536/>

- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (ed.) (2004b) Gruber Tabellen zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Mastrinder, Schafe, Ziegen. 25th ed., Freising, LfL. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_2.pdf
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004c) (undated) Futterberechnungen für Schweine. 14th ed. Freising. LfL. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_27.pdf
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004d) Ableitung von Mengenanfall und Gehaltswerten von Geflügeldung. <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/organisch/09343>
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004e) Perspektiven, Strukturentwicklung und Wettbewerbsfähigkeit der Ferkelerzeugung in Bayern. <http://www.lfl.bayern.de/internet/stmlf/lfl/ilb/tier/05645/index.php>
- LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006a) (undated) Basisdaten zur Berechnung des KULAP-Nährstoffsaldos 2006, Stand: August 2006. Tabelle 8: Nährstoffgehalte tierischer Produkte. http://www.alfkf.bayern.de/pflanzenbau/linkurl_0_4_0_2.pdf [31.01.2008]
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006b) Tabellen zum ILB-Internet-Beitrag „Ferkelerzeugung 2995/96: Rückgang in der Wirtschaftlichkeit trotz Leistungsprüfung“. http://www.lfl.bayern.de/ilb/tier/23602/linkurl_0_10.pdf [24.7.07]
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2006c) Gruber Tabelle zur Fütterung der Fresser, Bullen, Ochsenm Kalbinnen, Kühe. 12. ed. http://www.lfl.bayern.de/ite/rind/09368/linkurl_0_5.pdf [24.7.07]
- Liu X J, Mosier A R, Halvorson A, Reule C A, Zhang F S (2007) Dinitrogen and N₂O emissions in arable soils: Effects of tillage, N source and soil moisture. *Soil Biol. Biochem.* 39, 2362-2370
- LKV – Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern (2003) Fleischleistungsprüfung in Bayern. www.bayern.de/media/FLP-JAHRESBERICHT2003.pdf
- LKV-ST – Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Sachsen-Anhalt e.V. (2005) Jahresbericht 2004. <http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7>
- LKV-ST – Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Sachsen-Anhalt e.V. (2006) Jahresbericht 2005. <http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7>
- LKV-ST – Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Sachsen-Anhalt e.V. (2007) Jahresbericht 2007. <http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7>
- LKV-ST – Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Sachsen-Anhalt e.V. (2008) Jahresbericht 2008. <http://www.lkv-st.de/index.php?name=content&csid=7>
- LSZ – Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg, Baden-Württemberg (2007) Kurzfassung Schweinereport Baden-Württemberg, Wirtschaftsjahr 2005/2006. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1202507_11/LSZ_Schweinereport%20Kurzfassung-07.pdf [24.7.07]
- LSZ – Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg, Baden-Württemberg (2008a) Erste Ergebnisse zur Schweinemast aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2007/2008.. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1232304_11/LSZ_Schweinemast_Schweinereport_doc.pdf [17.6.08]
- LSZ – Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg, Baden-Württemberg (2008b) Erste Ergebnisse zur Ferkelerzeugung aus dem Schweinereport Baden-Württemberg 2007/2008.. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1233125_11/LSZ_Ferkelerzeugung_Schweinereport.pdf [17.6.08]
- Ludwig J, Meixner, FX, Vogel B, Forstner J (2001) Soil air exchange of nitric oxide: An overview of the processes, environmental factors, and modeling studies. *Biogeochemistry* 52, 225-257
- Lüke M, Simon I, Poteracki P (2004) Hähnchenherkünfte im Vergleich. Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. http://www.duesse.de/gefluegel/pdfs/haehnchen_iii_2004.pdf [17.01.2007]
- Lüttich M, Dämmgen U (2003) The assessment of relevant air temperatures. In: Dämmgen (ed.) (2003): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2004 for 2002. Nationaler Inventarbericht 2004 Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen – Teilbericht für die Quellgruppe Landwirtschaft. *Landbauforsch Völknerode, Special Issue* 260, 246-248
- Jilg, Th. (2009) Phasenfütterung in der intensiven Lämmermast. LVVG Aulendorf. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1160295_11/index.html [2009-09-03]
- Jungkunst HF, Freibauer A, Neufeld H, Bareth G (2006) Nitrous oxide emissions from agricultural land use in Germany – a synthesis of available field data. *J Plant Nutr Soil Sci* 169, 341-351.
- LWK-Niedersachsen (2007) Düngeempfehlungen Stickstoff. Getreide, Raps, Hackfrüchte. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/2/nav/341/article/8200.html>
- LWK-NW (2005) Nährstoffanfall in der Pferdehaltung. <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/pferdehaltung/naehrstoffanfall.htm>
- LWK-NW (2006) Verfahrenstechnik in der Broilermast. <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/gefluegelhaltung/management/broilermast.htm> [15.03.2008]
- LWK-SH – Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (2007) communicated data
- LWK-WE – Landwirtschaftskammer Weser-Ems (2003) Empfehlungen zur Stickstoffdüngung nach der Nmin-Methode.
- MAFF – Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (2001) An Investigation of Agricultural Sources of Non-Methane Volatile Organic Compounds. Final Project Report. MAFF project WA 0803. MAFF, London, 35 pp
- Maierhofer R, Kirchgessner M, Schwarz FJ, Eidelsburger U (1993) Einfluss von bovinem Wachstumshormon auf Leistungsmerkmale von Milchkühen während der Sommerfütterung mit Gras. 2. Mitteilung – Milchmengenleistung, Milchinhaltsstoffe und Lebendmasse. *Arch Anim Nutr* 44, 357-367

- Mathieu O, Lévêque J, Hénault C, Milloux M-J, Bizouard F, Andreux F (2006) Emissions and spational variability of N₂O, N₂ and nitrous oxide mole fraction at the field scale, revealed with ¹⁵N isotopic techniques. *Soil Biol Biochem* 38, 941-951
- Mayer H, Holst Th, Brugger U, Kirchgässner A (2005) Trends der forstlich relevanten Klimavariablen Lufttemperatur und Niederschlag im Südwesten Deutschlands von 1950 bis 2000. *Allg Forst Jagd Z* 176, 45-56
- Menzi H, Frick R, Kaufmann R (1997) Ammoniak-Emissionen in der Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe der FAL 26. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz. 107 pp
- Mills JAN, Dijkstra J, Bannink A, Cammell SB, Kebreab E, France J (2001) A mechanistic model of whole-tract digestion and methanogenesis in the lactating dairy cow: Model development, evaluation, and application. *J Anim Sci* 79: 1584-1597
- Misselbrook TH (2001) Updating the Ammonia Emissions Inventory for the UK for 1999. Final Project Report AM0108, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London. 39 pp
- MLUR-BB - Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (2002) Agrarbericht 2002. Bericht zur Lage der Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.mlur.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2002.pdf.
- MLUR-BB - Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (2005) Agrarbericht 2004. Bericht zur Lage der Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.mlur.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2005.pdf.
- MLUR-BB - Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (2007) Agrarbericht 2007. Bericht zur Lage der Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.mlur.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2007.pdf
- MLUV-BB – Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz, Brandenburg (2005) Agrarbericht 2005 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2005.pdf
- MLUV-BB – Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz, Brandenburg (2006) Agrarbericht 2006 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2006.pdf
- MLUV-BB – Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz, Brandenburg (2007) Agrarbericht 2007 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2007.pdf
- MLUV-BB – Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz, Brandenburg (2008) Agrarbericht 2008 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/agb_2008.pdf
- MLUV-MVP – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2008) Agrarbericht 2008 des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Berichtsjahr 2007). [http://www.agrarnet-mv.de/index.php?content/view/full/324/\(object\)/5637/\(name\)/Agrarbericht%202008%20des%20Landes%20Mecklenburg-Vorpommern%20\(Berichtsjahr%202007\)%20-%20Kurzbbericht](http://www.agrarnet-mv.de/index.php?content/view/full/324/(object)/5637/(name)/Agrarbericht%202008%20des%20Landes%20Mecklenburg-Vorpommern%20(Berichtsjahr%202007)%20-%20Kurzbbericht)
- MLUV-MVP – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (2009) Agrarbericht 2009 des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Berichtsjahr 2008). <http://www.agrar.de/Aktuell/2009/06/10/mecklenburg-vorpommern-agrarbericht-2009/10825/>
- Monteith JL (1984) Consistency and convenience in the choice of units for agricultural science. *Expl Agric* 20, 105-117
- Mosier AR, Guenzi WD, Schweizer EE (1986) Soil losses of Dinitrogen and Nitrous Oxide from Irrigated Crops in North-eastern Colorado. *Soil Sci Soc Amer J* 50, 344-347
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2001) Abfälle aus Kläranlagen in Nordrhein-Westfalen. Teil B. Klärschlamm Entsorgung in Europa. Berichte zur Umwelt. Bereich Abfall vol. 6. 374 pp
- Nationales Fachprogramm (2003) Nationaler Bericht Deutschlands als Beitrag zum Bericht der FAO über den Zustand tiergenetischer Ressourcen der Welt (FAO-Report on the State of the World's Animal Genetic Resources) mit einem Nationalen Fachprogramm zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung tiergenetischer Ressourcen in Deutschland. http://www.genres.de/tgr/nationales_fachprogramm/pdf_version/5_1.pdf
- Niedersächsisches Landesamt für Statistik, Hannover
- NIR 2009 – National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2007, Federal Environment Agency (umweltbundesamt), Dessau, Germany, May 2009, pp 565
- NMELF – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Tierproduktion in Niedersachsen. Annual reports. <http://edok.ahb.niedersachsen.de/07/365398365.htm>
- Osterburg B, Dämmgen U (2009) Annahmen für die Prognose der Gasemissionen aus der deutschen Landwirtschaft im Jahr 2010, 2015 und 2020. In: Dämmgen U (ed) (2009) Calculations of emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007. vTI Agricultural and Forestry Research, Special Issue 324, 397-410
- Oura N, Shindo J, Fumoto T, Toda H, Kawashima H (2001) Effects of nitrogen deposition on nitrous oxide from the forest floor. *Water Air Soil Pollut* 130, 673-687
- Petersen J (1993) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1994. Ulmer, Stuttgart, pp. 160-173

- Petersen J (1996) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1997. Ulmer, Stuttgart, pp. 176-191
- Petersen J (1999) Faustzahlen zur Betriebswirtschaft. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2000. Ulmer, Stuttgart, pp. 186-200
- Pingel H (1996) Faustzahlen über Schlachtgeflügel. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1997. Ulmer, Stuttgart, pp. 163-166
- Poteracki P (1991) Jungmasthühner im Test: Ergebnisse aus der LVA Haus Düse. DGS Magazin 13/1991, Ulmer, Stuttgart, 365-367
- Poteracki P (1994) LVA Haus Düse: Broiler-Herkunftsprüfung 1994. DGS Magazin 39/1994, Ulmer, Stuttgart, 6-7
- Poteracki P (1995) 60. Futterwertleistungsprüfung für Masthühnerküken-Alleinfutter. Große Unterschiede in Bezug auf Wirtschaftlichkeit. DGS Intern 27/1995, Ulmer, Stuttgart, 6-8
- Poteracki P (1996) Haus Düse: Broiler-Herkunftsprüfung 1995. DGS Intern 16/1996, Ulmer, Stuttgart, 4-5
- Poteracki P, Adam F (1993a) LVA Haus Düse: 56. Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. DGS Magazin 1/1993, Ulmer, Stuttgart, 7-9
- Poteracki P, Adam F (1993b) LVA Haus Düse: 57. Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. DGS Magazin 5/1993, Ulmer, Stuttgart, 10-12
- Poteracki P, Sommer W, Stalljohann G (1994) LVA Haus Düse: 59. Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. DGS Magazin 21/1994, Ulmer, Stuttgart, 6-8
- Poulsen HD, Børsting CF, Rom HB, Sommer SG (2001) Kvælstof, fosfor og kalium i hysdyrgødning – normtal 2000 (Nitrogen, phosphorous and potassium in animal manure – standard data, in Danish). Report No. 36, Husdyrbrug, Danish Institute of Agricultural Sciences. Foulum, Denmark, pp 152
- Poulsen HD, Kristensen VF (1998) Standard Values for Farm Manure. A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorous and Potassium Content of Manure. DIAS Report 7, Danish Institute of Agricultural Sciences. Foulum, Denmark, pp 160
- Preissinger W, Schwarz FJ, Kirchgessner M (1997) Futteraufnahme und Milchleistung bei Verfütterung von Vollfett-Sojabohnen an Milchkühe. Arch Anim Nutr 50, 347-359
- Preissinger W, Schwarz FJ, Kirchgessner M (1998) Zum Einfluss der Zerkleinerung von Maissilage auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchzusammensetzung von Kühen. Arch Anim Nutr 51, 327-339
- RAMIRAN – Recycling Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture Network (2003) Glossary of terms on livestock manure management 2003. <http://www.ramiran.net/DOC/Glossary2003.pdf>
- Reidy B, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Hutchings NJ, Luesink HH, Menzi H, Misselbrook TH, Monteny G-J, Webb J (2008) Comparison of models used for the calculation of national NH₃ emission inventories from agriculture: liquid manure systems. Atmospheric Environment 42, 3452-3467
- Reidy B, Webb J, Misselbrook T.H, Menzi H, Luesink H.H, Hutchings N.J, Eurich-Menden B, Döhler H, Dämmgen U (2009) Comparison of models used for national agricultural ammonia emission inventories in Europe: litter-based manure systems. Atmospheric Environment, 43, 1632-1640
- Reifsnnyder WE, McNaughton KG, Milford JR (1991) Symbols, units, notation. A statement of journal policy. Agric Forest Meteorol 54, 389-397
- Richter G, Kolb H-P (2005) Küken und Junghennenfütterung. Vegetarische Fütterung erwies sich als unproblematisch. DGS Magazin 9/2005, Ulmer, Stuttgart, 18-23
- Roffeis M, Brudel H (2003) Untersuchungen zu Produktionsleistungen, Produktionsvoraussetzungen und Wirtschaftlichkeit in der Jungbullenmast des Landes Brandenburg. Studie Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Groß Kreutz, 32 pp
- Roffeis M, Trilk J, May D, Münch K, Venzlaff F (1996) Stand, Perspektiven und Rahmenbedingungen für eine wettbewerbsfähige Rundermast im Land Brandenburg. Studie im Auftrag des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg. LVAT Ruhlsdorf/Groß Kreutz e.V., 74 pp
- Rolston DE, Hoffman DL, Toy DW (1978) Field measurement of denitrification: I. Flux of N₂ and N₂O- Soil Sci Soc Amer J 42, 863-869
- Rom HB, Sorensen CG (2001) Sustainable Handling and Utilisation of Livestock Manure from Animals to Plants. Proceedings, NJF-Seminar no. 320, Denmark, 16-19 January 2001. DIAS report Animal Husbandry no. 21. <http://www.agrsci.dk/djfpublikation/djfpdf/djfh21.pdf>
- Rudaz AO, Wälti E, Kyburz G, Lehmann P, Fuhrer J (1999) Temporal variation in N₂O and N₂ fluxes from a permanent pasture in Switzerland in relation to management, soil water content and temperature. Agriculture Ecosystems Environment 73, 83-91
- Sauvant D, Giger-Reverdin S (2007) Empirical modelling by meta-analysis of digestive interactions and CH₄ production in ruminants. In: Ortigues-Marty I (ed.) Energy and Protein Metabolism and Nutrition. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. pp 561-562
- Schiemann R, Jenzsch W, Wittenburg H (1972) Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 3. Mitt. Untersuchungen über die Verwertung der Futterenergie bei differenter Nährstoffzusammensetzung. Archiv Tierernährung 22, 675-695
- Schneider T, Büscher W (2006) Emissionsfaktoren in der Geflügelmast. Landtechnik 61, 90-91.
- Scholz A, Zacharias B (2008) Schweinereport Baden-Württemberg 2006/2007. Landinfo 1/2008. [http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1220152/landinfo_Schweinereport%20\(Scholz,%20Dr.%20Zacharias\).pdf](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1220152/landinfo_Schweinereport%20(Scholz,%20Dr.%20Zacharias).pdf)

- Schultheiß U, Klages-Haberkern S, Döhler H (2000) Auswirkungen rechtlicher Regelungen auf die landbauliche Verwertung von Sekundärrohstoffdüngern, insbesondere Klärschlamm. KTBL, Darmstadt
- Segger V (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd) (2005a) Ferkelproduktion in Süddeutschland – Chancen und Grenzen aus betriebswirtschaftlicher Sicht. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1187451_11/Ferkelproduktion_in_%20Suedd_kurz_051125.pdf
- Segger V (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd) (2005b) Schweinemast in Süddeutschland – Chancen und Risiken. http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1187452/Schweinemast_in_Sueddeuschl_kurz_291105.pdf
- Sibbard I R (1980) Metabolisable Energy in Poultry Nutrition. *BioScience* 30, 736-741
- Simon I (2001) Herkunftsprüfung 2000 für Masthühner auf Haus Düsse: Sehr gute Mastendgewichte. *DGS Magazin* 14/2001, Ulmer, Stuttgart, 10-13
- Simon I, Stegemann J (2005) Erste Erfahrungen mit der neuen Cobb. Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. http://www.duesse.de/gefluegel/pdfs/cobb_iii_2005.pdf [17.01.2007]
- Simon I, Stegemann J (2007) Neue Hähnchenlinien im Fokus. *DGS Magazin* 35/2007, Ulmer, Stuttgart, 25-28
- SLL - Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2005) Infodienst 02/2005 für Beratung und Schule der Sächsischen Agrarverwaltung http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/1256_1.pdf
- SLL – Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Sächsischer Tierzuchtreport 2003. http://www.smul.sachsen.de/applikationen/lfl/publikationen/download/845_1.pdf
- Smil V (1999) Nitrogen in crop production: An account of global flows. *Global Biogeochem Cycles* 13, 647-662
- Smith KA, Dobbie KE, Ball BC, Bakken LR, Sitaula BK, Hansen S, Brumme R, Borken W, Christensen S, Priemé A, Fowler D, MacDonald JA, Skiba U, Klemedsson L, Kasimir-Klemedsson A, Degórska A, Orlanski P (2000) Oxidation of atmospheric methane in Northern European soils, comparison with other ecosystems, and uncertainties in the global terrestrial sink. *Global Change Biol* 6, 791-803
- SMUL – Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen (2000). Sächsischer Agrarbericht 2000. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/3_erzeugung_und_vermarktung.pdf
- SMUL – Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen (2002). Sächsischer Agrarbericht 2002. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/agrarbericht_2002.pdf
- SMUL – Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen (2003). Sächsischer Agrarbericht 2003. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/agrarbericht_2003_2_MB.pdf
- SMUL – Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen (2005). Sächsischer Agrarbericht 2004 http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/pdf_agrarbericht2004.pdf
- SMUL – Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen (2007). Sächsischer Agrarbericht 2006 <https://publikationen.sachsen.de/bdb/showDetails.do?id=9223>
- SMUL – Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen (2008). Schweine-Report 2007 http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3965_1.pdf
- Spiekers H, Pries M, Menke A, Gruber L (2006) Abschätzen der Futteraufnahme beim Rind. Einsatz der neuen Schätzgleichung. http://www.futtermit-tel.net/pdf/DLG-Informationen_1-2006_Futteraufnahme.pdf [29.9.2008]
- Staatliche Zentralverwaltung für Statistik (annual reports) Statistisches Jahrbuch 19XX der Deutschen Demokratischen Republik. Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin, 19XX
- StatBA FS3 R 3 - Statistisches Bundesamt (annual reports A). Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 3: Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung 1993. Metzler-Poeschel, Stuttgart
- StatBA FS3 R 4 - Statistisches Bundesamt. Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung (annual reports). Wiesbaden : Statistisches Bundesamt
- StatBA FS3 R 4.2.1 - Statistisches Bundesamt (annual reports A). Fachserie 3 Reihe 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- StatBA FS4 R 8.2 - Statistisches Bundesamt (annual reports A). Fachserie 4 Reihe 8.2 Düngemittelversorgung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (ed) (2003) Statistisches Jahrbuch 2003 für die Bundesrepublik Deutschland. Tab. 8.27.2. Inlandsabsatz von Düngemitteln. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Statistische Landesämter
- Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Hamburg and Kiel
 - Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin
 - Statistisches Amt Saarland, Saarbrücken
 - Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart
 - Statistisches Landesamt Berlin, Berlin (until 2006)
 - Statistisches Landesamt Bremen, Bremen
 - Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Kamenz
 - Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Bad Ems
 - Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle/Saale
- Reihen (published in 19XX or 20XX) by Statistische Landesämter
- Reihe C III 2-j/XX Schlachtungen und Fleischerzeugung
 - Reihe C III 3-j/XX Milcherzeugung
 - Reihe C III 6-j/XX Brut und Schlachtungen von Geflügel

- Reihe C III 7-j/XX Legehennenhaltung und Eierzeugung
Reihe C III-1-j/XX Viehbestand
Reihe C II-j/XX Ernteberichterstattung und Feldfrüchte
Reihe C I-j/XX: Bodennutzung
- Steffens P (1996) Mires and peat resources in Germany. In: Lappalainen E (ed) Global Peat Resources. International Peat Society, Geological Survey of Finland, Jyskä, Finland. pp 75-78
- Steinbrecher R, Smiatek G, Köble R, Seufert G, Theloke J, Hauff K, Ciccioli P, Vautard R (2008) VOC emissions from Natural and Semi-Natural Vegetation for Europe and neighbouring countries in the East and South: Intra-/Inter-Annual Variability. Atmospheric Environment (submitted)
- Steinbrecher R, Smiatek G, Köble R, Seufert G, Theloke J, Hauff K, Ciccioli P, Vautard R (2008) VOC emissions from Natural and Semi-Natural Vegetation for Europe and neighbouring countries in the East and South: Intra-/Inter-Annual Variability. Atmospheric Environment (submitted)
- Stehfest E, Bouwman L (2006) N₂O and NO emission from agricultural fields and soils under natural vegetation: summarizing available measurement data and modelling of global emissions. Nutr. Cyl. Agroecosyst. 74, 207-228
- Stevens RJ, Laughlin RJ (1998) Measurement of nitrous oxide and di-nitrogen emissions from agricultural soils. Nutrient Cycling in Agroecosystems 52, 131-139
- StMLF - Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (o.J.): HI-Tier – Datenbank. <http://www.hi-tier.de/zdb-adress.html>
- Süpkhe EH (1988) Stoffwechselfparameter, Milchleistung und Futteraufnahme bei Deutschen Schwarz- und Rotbunt Kühen. Thesis, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 188 pp
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2002) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2002 (Berichtsjahr 2001). <http://www.tll.de/agn01/pdf/agn02-2.pdf>
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2003) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2003 (Berichtsjahr 2002). http://www.tll.de/agn03/pdf/agn03_1.pdf
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2005) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2003 (Berichtsjahr 2002). <http://www.tll.de/agn05pdf/agn052pdf>
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2006) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2006 (Berichtsjahr 2005). <http://www.tll.de/agn06/pdf/agn06.pdf>
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2007) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2007 (Berichtsjahr 2006). <http://www.tll.de/agn07/pdf/agn07.pdf>
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2009) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2009 (Berichtsjahre 2007 und 2008). <http://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1013.pdf>
- Thüringer Landesamt für Statistik, Erfurt
- TLL – Thüringische Landesanstalt für Landwirtschaft (2007) communicated data
- Tüller R (1990) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1991. Ulmer, Stuttgart, pp. 58-72
- Tüller R (1991) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 1992. Ulmer, Stuttgart, pp. 61-74
- Tüller R (1999) Faustzahlen zur Geflügelmast. Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft 2000. Ulmer, Stuttgart, pp. 120-135
- UBA – Umweltbundesamt (2005) Deutsches Treibhausgasinventar 1990 – 2003. Nationaler Inventarbericht 2005. Berichtserstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Umweltbundesamt, Berlin. 504 pp
- UBA – Umweltbundesamt (2008) Deutsches Treibhausgasinventar 1990 – 2003. Nationaler Inventarbericht 2006. Berichtserstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Umweltbundesamt, Berlin. 534 pp
- UFOP – Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen (2004) Anbauratgeber Süßlupine. UFOP-Praxisinformationen. www.ufop.de/downloads/Praxisinfo_blaueSuesslupine.pdf
- UN ECE – United Nations Economic Commission for Europe (2003) Guidelines for estimating and reporting emission data. Prepared by the Task Force on Emission Inventories and Projections and the secretariate. New York, <http://www.unece.org/env/documents/2003/eb/air/ece.eb.air.80.E.pdf>
- UN ECE – United Nations Economic Commission for Europe (2005) <http://www.unece.org/Welcome.html>
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2007) Report of the Subsidiary Board for Scientific and Technological Advice on its twenty-sixth session, held at Bonn from 7 to 18 May 2007, § 56. <http://unfccc.int/resource/docs/2007/sbsta/eng/04.pdf> [2009-08-04]
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2008) http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4303.php
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change (2009) http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4771.php
- Van Cleemput O (1998) Subsoils: chemo- and biological denitrification, N₂O and N₂ emissions. Nutrient Cycling Agroecosystems 52, 187-194
- van Es AJH (1975) Feed evaluation for dairy cows. Livest Prod Sci 2 95-107
- Vermoesen A, van Cleemput O, Hofman G (1996) Long-term measurements of N₂O emissions. Energy Convers Management 6-8, 1279-1284
- Versuchswesen Pflanzenbau Rheinland-Pfalz (2005) Versuchsbericht Körnerleguminosen 2005. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum. Bericht 6 / 2005. Bad Kreuznach: Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum. 44 S.
- Walenzik G (1996) Auswirkungen von Bodenverdichtungen durch landwirtschaftliche Nutzung auf die N₂- und N₂O-Emissionen aus dem Boden. PhD Thesis Universität Hannover, Fachbereich Gartenbau, 130 pp

- Webb J (2001) Estimating the potential for ammonia emissions from livestock excreta and manures. *Environ. Pollut.* 111, 395-406
- Webb J, Misselbrook TH (2004) A mass-flow model of ammonia emissions from UK livestock production, *Atmospheric Environment* 38, 2163-2176
- Webb J, Misselbrook TH, Sutton MA (2005) Ammonia emission inventories, uncertainty and sensitivity analysis. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko (eds) *Emissions from European Agriculture*. Wageningen : Wageningen Academic Publishers, pp 113-124
- Wecke C, Sünder A, Liebert F (2006) Untersuchungen zum Futterwert von Sojalezithin – Vorläufige Ergebnisse (Feeding value of soya lecithine – preliminary results). In: Rodehurscord M (ed.) 9. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 28.-30. November 2006. Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg. ISBN 3-86010-833-6
- Weier KL, MacRae IC, Myers RJK (1993) Denitrification in a clay soil under pasture and annual crop: estimation of potential losses using intact soil cores. *Soil Biol Biochem* 25, 991-997
- Weingarten P (1995) Das „Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland“ (RAUMIS). *Ber Landwirtschaft* 73, 272-302
- Weymann D, Well R, Flessa H, von der Heide C, Deurer M, Meyer K, Konrad C, Walther W (2008) Ground water N₂O emission factors of nitrate-contaminated aquifers as derived from denitrification progress and N₂O accumulation. *Biogeosciences*, 5, 1215 – 1226.
- Yan T, Agnew RE, Gordon FJ, Porter MG (2000) Prediction of methane energy output in dairy and beef cattle offered grass silage diets. *Livest Prod Sci* 64: 253 – 263
- YARA (2009) Kalkammonsalpeter. http://fert.yara.de/de/products/product_range/nitrogen_fertilizers/calcium_amm_nit.html [2009-07-28]
- ZDS – Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V. (1990 to 2008) Zahlen aus der Deutschen Schweineproduktion. Annual reports. ZDS, Bonn
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (1990 to 2006). Eier und Geflügel. Annual reports. ZMP, Bonn
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (1990 to 2006). Milch. Annual reports. ZMP, Bonn
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (2004). Geflügel 42(25), pg. 6

Lieferbare Sonderhefte / Special issues available

304	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2007) Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2007 for 2005	16,00 €
[304]	Introduction, Methods and Data (GAS-EM)	
[304A]	Tables	
	Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005	
[304]	Einführung, Methoden und Daten (GAS-EM)	
[304A]	Tabellen	
305	Joachim Brunotte (2007) Konservierende Bodenbearbeitung als Beitrag zur Minderung von Bodenschadverdichtungen, Bodenerosion, Run off und Mykotoxinbildung im Getreide	14,00 €
306	Uwe Petersen, Sabine Kruse, Sven Dänicke und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2007) Meilensteine für die Futtermittelsicherheit	10,00 €
307	Bernhard Osterburg und Tania Runge (Hrsg.) (2007) Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer – eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie	15,00 €
308	Torsten Hinz and Karin Tamoschat-Depolt (eds.) (2007) Particulate Matter in and from Agriculture	12,00 €
309	Hans Marten Paulsen und Martin Schochow (Hrsg.) (2007) Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau – Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerbefall und Produktqualitäten	9,00 €
310	Hans-Joachim Weigel und Stefan Schrader (Hrsg.) (2007) Forschungsarbeiten zum Thema Biodiversität aus den Forschungseinrichtungen des BMELV	13,00 €
311	Mamdoh Sattouf (2007) Identifying the Origin of Rock Phosphates and Phosphorus Fertilisers Using Isotope Ratio Techniques and Heavy Metal Patterns	12,00 €
312	Fahmia Aljmli (2007) Classification of oilseed rape visiting insects in relation to the sulphur supply	15,00 €
313	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2007) Rinderzucht und Rindfleischerzeugung – Empfehlungen für die Praxis	10,00 €
314	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2007) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau, Schwerpunkt: Pflanze	12,00 €
315	Andreas Tietz (Hrsg.) (2007) Ländliche Entwicklungsprogramme 2007 bis 2013 in Deutschland im Vergleich – Finanzen, Schwerpunkte, Maßnahmen	12,00 €
316	Michaela Schaller und Hans-Joachim Weigel (2007) Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung	16,00 €
317	Jan-Gerd Krentler (2008) Vermeidung von Boden- und Grundwasserbelastungen beim Bau von Güllelagern Prevention of soil and groundwater contamination from animal waste storage facilities	12,00 €
318	Yelto Zimmer, Stefan Berenz, Helmut Döhler, Folkhard Isermeyer, Ludwig Leible, Norbert Schmitz, Jörg Schweinle, Thore Toews, Ulrich Tuch, Armin Vetter, Thomas de Witte (2008) Klima- und energiepolitische Analyse ausgewählter Bioenergie-Linien	14,00 €

319	Ludger Grünhage and Hans-Dieter Haenel (2008) Detailed documentation of the PLATIN (PLant-ATmosphere Interaction) model	10,00 €
320	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2008) Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2008	14,00 €
321	Bernd Degen (Editor) (2008) Proceedings of the international workshop “Fingerprinting methods for the identification of timber origins”, Bonn, October 8-9 2007	18,00 €
322	Wilfried Brade, Gerhard Flachowsky, Lars Schrader (Hrsg) (2008) Legehuhnzucht und Eierzeugung - Empfehlungen für die Praxis	12,00 €
323	Christian Dominik Ebmeyer (2008) Crop portfolio composition under shifting output price relations – Analyzed for selected locations in Canada and Germany –	14,00 €
324	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2009) Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2009 for 2007 Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2009 für 2007	8,00 €
324A	Tables Tabellen	8,00 €
325	Frank Offermann, Martina Brockmeier, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon (2009) vTI-Baseline 2008	8,00 €
326	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2009) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2008	8,00 €
327	Björn Seintsch, Matthias Dieter (Hrsg.) (2009) Waldstrategie 2020 Tagungsband zum Symposium des BMELV, 10.-11. Dez. 2008, Berlin	18,00 €
328	Walter Dirksmeyer, Heinz Sourell (Hrsg.) (2009) Wasser im Gartenbau Tagungsband zum Statusseminar am 9. und 10. Februar 2009 im Forum des vTI in Braunschweig. Organisiert im Auftrag des BMELV	8,00 €
329	Janine Pelikan, Martina Brockmeier, Werner Kleinhanß, Andreas Tietz, Peter Weingarten (2009) Auswirkungen eines EU-Beitritts der Türkei	8,00 €
330	Walter Dirksmeyer (Hrsg.) (2009) Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus	14,00 €
331	Frieder Jörg Schwarz, Ulrich Meyer (2009) Optimierung des Futterwertes von Mais und Maisprodukten	12,00 €
332	Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hrsg.) (2009) Praxis trifft Forschung — Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2009	8,00 €
333	Frank Offermann, Horst Gömann, Werner Kleinhanß, Peter Kreins, Oliver von Ledebur, Bernhard Osterburg, Janine Pelikan, Petra Salamon, Jörn Sanders (2010) vTI-Baseline 2009 – 2019: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland	10,00 €
334	Hans-Dieter Haenel (Hrsg.) (2010) Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2010 for 2008 Berechnung der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008	12,00 €



Landbauforschung
*vTI Agriculture and
Forestry Research*

Sonderheft 334
Special Issue

Preis / Price 12 €

