

Aus dem Institut für Agrarökologie

Ulrich Dämmgen (Ed.)

**Nationaler Inventarbericht 2006 : Emissionen aus der
deutschen Landwirtschaft**

Veröffentlicht als: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 291

Braunschweig

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

2005

Sonderheft 291
Special Issue



Landbauforschung
Völkensrode
FAL Agricultural Research

Nationaler Inventarbericht 2006
Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft

herausgegeben von
Ulrich Dämmgen

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

2006

**Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany**

landbauforschung@fal.de

**Preis für Sonderheft 291 und Sonderheft 291 A: 16 €
Price for Special Issue 291 and Special Issue 291 A: 16 €**

**ISSN 0376-0723
ISBN 3-86576-015-5**

Inhaltsübersicht

Band 1 (dieser Band)

Herausforderungen der Emissionsberichterstattung für die Bundesrepublik Deutschland – Stand und Anforderungen an die Berechnung land- und forstwirtschaftlicher Emissionen <i>Michael Strogies</i>	1
Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Berichterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 1. Emissionen <i>U. Dämmgen, H. Döhler, M. Lüttich, B. Eurich-Menden, B. Osterburg, H.-D. Haenel, U. Döring und M. Strogies</i>	5
Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Berichterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 2. Transmission und Deposition <i>Th. Gauger, U. Dämmgen, A. T. Vermeulen, A. Bleeker, J.-W. Erisman, M. Schaap, C. Rösemann, H.-D. Nagel, T. Spranger und Z. Klimont</i>	11
Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2006 – Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 Report Bericht <i>U. Dämmgen und U. Döring</i>	21
Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004 Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004 Methods and Data (GAS-EM) Methoden und Daten (GAS-EM) <i>U. Dämmgen, M. Lüttich, H. Döhler, B. Eurich-Menden, B. Osterburg</i>	47
Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories Die statistischen Angaben von Tierzahlen in deutschen Emissionsinventaren <i>Ulrich Dämmgen</i>	223
The Derivation of Nitrogen Excretions for Dairy Cows from Available Statistical Data Die Ableitung von Stickstoff-Ausscheidungen bei Milchkühen aus statistisch verfügbaren Datensätzen <i>Ulrich Dämmgen, Manfred Lüttich</i>	231

Band 2 (Sonderheft 291 A)

Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004 Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004 Tables Tabellen <i>M. Lüttich, U. Dämmgen, B. Eurich-Menden, H. Döhler, B. Osterburg</i>	
--	--

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", Postfach 1406, 06813 DESSAU

Deutschland ist auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene und verschiedenen Zielsetzungen heraus Verpflichtungen zur Verminderung der Freisetzung von Luftschadstoffen eingegangen. Hierzu gehören u.a. im Rahmen der Vereinten Nationen die Konventionen zur Vermeidung und Verminderung weitreichender grenzüberschreitender Luftverunreinigungen (UNECE CLRTAP¹ mit seinen inzwischen 8 Protokollen), die Klimarahmenkonvention (UNFCCC²) und das Kyoto-Protokoll sowie im europäischen Kontext die Richtlinien zur Einhaltung nationaler Emissionsobergrenzen (NEC³) und die Entscheidung zur Einführung eines europäischen Beobachtungsmechanismus für Treibhausgasemissionen und die Umsetzung des Kyoto-Protokolls⁴. Neben diesen Verpflichtungen, aus denen sich die Notwendigkeit zur Berechnung quellgruppenspezifischer nationaler Gesamtemissionen⁵ ableitet, bestehen weitere Regelungen zur Berichterstattung für anlagenbezogene Emissionsdaten. Hierfür sind die europäischen Regelungen für Großfeuerungsanlagen, das europäische Schadstoffregister EPER⁶ und das zukünftig zu errichtende Schadstoffregister PRTR⁷ zu nennen. Die Zielstellungen bei der Verabschiedung der vorgenannten gesetzlichen 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
- Einhaltung von Luftqualitätsstandards
- Vermeidung gefährlicher (toxischer) Luftbelastungen
- Öffentlichkeitsinformation

Zur Erfüllungskontrolle der eingegangenen Verpflichtungen ist eine zeitnahe Erfassung, Bewertung, Berechnung, Dokumentation und Berichterstattung zu den jeweiligen Emissionsfrachten durch die eingangs genannten Regelungen gefordert. Im Regelfall ist nach Ablauf eines Jahres über die Emissionsdaten und -inventare zu berichten. Gleichzeitig sind insbesondere durch das im Februar 2005 in Kraft getretene Kyoto-Protokoll Verknüpfungen zwischen umweltstrategischen Zielen und flexiblen ökonomischen Instrumenten (Emissionshandel sowie gemeinsame Projekte mit Entwicklungsländern bzw. entwickelten Industrienationen) zu deren Zielerreichung geschaffen worden. Durch die damit geschaffene ökonomische und monetäre Bewertung der Emissionen werden weitere sehr hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Emissionsermittlung gestellt. Diese sind durch die Forderung nach Transparenz der Ermittlung und Berichterstattung, Vergleichbarkeit mit Ergebnissen mit denen anderer Länder, Konsistenz der berichteten Zeitreihen, Vollständigkeit der Einbeziehung aller Quellen und Senken in das Inventar sowie Genauigkeit der Emissionsergebnisse zu charakterisieren. Genügend vor 10 Jahren noch die Angabe von Emissionsfrachten, so werden jetzt die aus den vorgenannten Anforderungen abgeleiteten Berichterstattungsbestandteile:

- 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 der Berechnungsergebnisse,
- Sicherstellung eines Qualitätsmanagements für den gesamten Prozess der Datenerhe-

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-Protokoll on the reduction of greenhouse gas emissions of CO₂, CH₄, N₂O, HFC's, PFC's and SF₆ – Siehe auch: <http://unfccc.int>

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

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

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

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

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

bung, Berechnung und Berichterstattung der Emissionsinventare

gefordert. Hierdurch entstehen völlig neue Anforderungen an den Grad der methodischen und institutionellen Vernetzung aller Aktivitäten, die zur Berechnung der Emissionsinventare notwendig sind. Das Kyoto-Protokoll fordert aus diesem Grund in seinem Artikel 5.1 die Bildung eines nationalen Systems zur Emissionsberichterstattung. Dieses soll in einer Art Netzwerkverbund sicherstellen, dass der beste national verfügbare Sachverstand institutions- und ressortübergreifend in die Berechnung und Berichterstattung zu den Emissionen einbezogen wird. Durch den europäischen Treibhausgas-Beobachtungsmechanismus wird gefordert, die Bildung dieses nationalen Systems weitestgehend bis Ende 2005 abgeschlossen zu haben. Es ergeben sich hieraus direkt neue Anforderungen auch an die Zusammenarbeit des Umweltressorts – und hier werden die Arbeiten federführend durch das Umweltbundesamt koordiniert – mit den anderen für Teilbereiche oder Quellgruppen zuständigen Bundesministerien (Wirtschaft, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft...) und deren nachgeordneten Behörden. Diese Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten werden durch ein gegenwärtig sich noch in der Erarbeitung befindliches Gesetz zur Berichterstattung (Klimaschutzstatistikgesetz – Gesetz zur Einrichtung eines Nationalen Systems zur statistischen Erfassung von Treibhausgasemissionen, KSSG) festgelegt werden.

Für den Bereich der land- und forstwirtschaftlich verursachten Emissionen hat sich jedoch in den letzten Jahren bereits im Vorgriff auf diese internationalen Anforderungen eine bedeutende Entwicklung vollzogen, die als beispielgebend für die noch ausstehenden und zu treffenden Regelungen mit den anderen Ressorts und Einrichtungen zu bezeichnen ist.

Mitte der 90er Jahre wurden z.B. im Waldzustandsbericht der Bundesregierung noch Bandbreiten für die Emission von Ammoniak angegeben, deren untere Grenze durch die Berechnungen der landwirtschaftlichen Fachbehörden und deren obere Grenze durch die Berechnungen des Umweltbundesamtes gebildet wurde. Eine wechselseitige Diskussion und Abstimmung der Ergebnisse war kaum möglich. Dieser Zustand hat sich heute grundlegend gewandelt. Auf der Basis einer Ressortvereinbarung zur Führung von Datenbanken und dem Austausch der jeweils benötigten Daten und Angaben werden Fragestellungen zur Ermittlung relevanten der Emissionen in enger Zusammenarbeit bearbeitet. So beinhaltet die hier vorliegende Zusammenstellung einen Überblick der Basisinformationen und Methoden, mit denen gegenwärtig die Berichterstattung zu land- und forstwirtschaftlichen Emissionen sowie der Auswirkungen der Änderung der Flächennutzung auf die Emissionsbilanz erfolgt. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass durch das Kyoto-

Protokoll erstmals neben der Berechnung der Emissionen aus Quellen auch die Einbindung von Treibhausgasen in Senken zu bilanzieren ist, ist eine Erfüllung der Vorgaben des Kyoto-Protokolls an die Berechnung und Berichterstattung der Treibhausgase ohne diese enge Zusammenarbeit im vorgegebenen Zeitrahmen nicht möglich.

Diese enge Kooperation ist insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass durch die FAL die gegenwärtig im internationalen Rahmen (UNECE) laufenden Arbeiten zur Weiterentwicklung der Berechnungsmethoden für landwirtschaftliche Emissionen wesentlich befördert, bedeutsam. Damit ist die frühestmögliche Einbeziehung dieser Anforderungen in den nationalen Prozess der Emissionsberechnung und –berichterstattung gegeben. Dies kommt insbesondere bei der sich gegenwärtig abzeichnenden Entwicklung zu einem „komponentenunabhängigen“ Bilanzmodell für alle Stickstoffverbindungen zum tragen.

Gegenwärtig stellt sich die Zusammenarbeit zwischen der FAL und dem UBA wie folgt dar:

- a) In den nachgeordneten Einrichtungen des BMVEL (in erster Linie in der FAL) 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 ermöglichen. .
- b) Über eine definierte Schnittstelle erfolgt jährlich die Übernahme aggregierter Ergebnisse und Basisinformationen in die für die internationale Berichterstattung entwickelte Zentraldatenbank (ZSE = zentrales System Emissionen) im Umweltbundesamt.
- c) Parallel dazu werden die entsprechenden geforderten Dokumentationen zur Beschreibung der Emissionsermittlung erarbeitet und in den nationalen Inventarbericht (NIR) aufgenommen.
- d) Über das ZSE werden die Datenzusammenstellungen vorgenommen, die im jeweils geforderten Format für die Berichterstattung notwendig sind.
- e) Nach der Ressortabstimmung erfolgt dann über das Bundesumweltministerium die Übermittlung der Daten und Informationen an den jeweiligen Adressaten der Berichtsverpflichtung. Diese Zusammenstellungen bestehen im Regelfall aus einer detaillierten umfangreichen tabellarischen Datenzusammenstellung und einer umfangreichen textlichen Beschreibung⁸ der Ermittlung dieser Emissionen.

⁸ Siehe hierzu auch: Nationaler Inventarbericht 2005; www.umweltbundesamt.de/emissionen/veroeffentlichungen.htm

- f) Der sich im Rahmen der beiden UN-Konventionen der an die Berichterstattung anschließende internationale Überprüfungsprozess der vorgelegten nationalen Informationen wird ebenfalls in enger Kooperation bearbeitet.

Weitere noch zu erfüllende An- und Herausforderungen an die Berechnung land- und forstwirtschaftlicher Emissionen bestehen in der Einführung eines Qualitätsmanagements über den gesamten Prozess von der regelmäßigen Erhebung der notwendigen Basisdaten bis hin zur Berechnung und Berichterstattung der Emissionen. Perspektivisch ist die Einbeziehung land- und forstwirtschaftlich verursachter Emissionen in die Anwendung der flexiblen ökonomischen Instrumente des Kyoto-Protokolls vorzubereiten

Kurzfristig sind noch Entscheidungen zu den mit dem Kyoto-Protokoll gegebenen Anrechnungsmöglichkeiten, den nationalen Forstdefinitionen und der Wahl der zusätzlichen Aktivitäten (Artikel 3.4) für den Bereich der Senken zu treffen...

Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Berichterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 1. Emissionen

U. Dämmgen¹, H. Döhler², M. Lüttich¹, B. Eurich-Menden², B. Osterburg³, H.-D. Haenel¹, U. Döring⁴ und M. Strogies⁴

Schlüsselwörter: Emissionsinventare, Stickstoff, Stofffluss-Modell, Politikberatung

1 Einleitung

Stickstoff (N) ist der mengenmäßig bedeutendste Bestandteil der landwirtschaftlichen Dünger. Das hohe Leistungsniveau der europäischen Landwirtschaft ist ohne massiven Einsatz von N-Düngern nicht zu halten. Dem steht gegenüber, dass ein erheblicher Teil dieser N-Mengen in Form von Emissionen an die Umwelt abgegeben wird und dort für ökologisch oder toxikologisch unerwünschte Wirkungen verantwortlich ist. Hierzu zählen insbesondere die Emissionen von gasförmigem Lachgas (N₂O), das zum anthropogenen Treibhauseffekt in der Troposphäre und zur Zerstörung des stratosphärischen Ozons beiträgt, und die Emissionen von gasförmigem Ammoniak (NH₃) und Stickstoffmonoxid (NO). Beide tragen zu wesentlichen und unerwünschten Veränderungen der Chemie der Atmosphäre bei (Bildung von Sekundärpartikeln, katalytische Wirkungen, troposphärische Ozon-Dynamik). Nach ihrer Deposition in terrestrische und aquatische Ökosysteme wirken sie versauernd und düngend (eutrophierend). Dies führt zu Nährstoffungleichgewichten, veränderten Konkurrenzbeziehungen und zu Biodiversitäts-Verlusten in naturnahen Ökosystemen. Nitrat-N in den Böden wird ausgewaschen und beeinträchtigt die Trinkwassergewinnung. Auch diese N-Quelle trägt zur Bildung von N₂O bei. Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) hat das Problem der weltweiten Verteilung und der regionalen Überschüsse von reaktivem N aufgegriffen und erkannt, dass reaktiver N ein Umweltgift sein kann (UNEP, 2004).

Die Minderung der Emissionen stickstoffhaltiger Spezies in die Atmosphäre und die Grund- und Oberflächenwässer bei gleichzeitiger Erhaltung eines hohen Produktionsniveaus in der Landwirtschaft führt notwendigerweise zu Interessenkonflikten innerhalb der Gesellschaft. Wichtige Voraussetzung für die Meinungsbildung und für Entscheidungen ist die Verfügbarkeit von quantitativen Daten zu Vorräten

und Flüssen von Stickstoff-Spezies in landwirtschaftlichen Produktionsprozessen sowie – daraus abgeleitet – die Erkennung von Emissionsminderungspotentialen einschließlich ihrer Bewertung. Es erscheint deshalb selbstverständlich, dass die im Bereich des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) tätigen nachgeordneten Einrichtungen sich dieser Aufgabenstellung widmen.

Die nachfolgende zusammenfassende Darstellung soll einen Überblick über die Vorgehensweise, die Datenströme und die Aktivitäten der BMELV-Einrichtungen zum Thema Emissionsminderung im Bereich der N-Spezies geben und ihre Rolle im nationalen und internationalen Kontext erläutern.

Landwirtschaftliche Emissionsinventare bilden nur diejenigen Stoffströme ab, die unmittelbar mit der landwirtschaftlichen Produktion verbunden sind. Mittelbar verbundene Aktivitäten wie die Herstellung von Mineraldüngern oder der Betrieb von Verbrennungsmaschinen in der Landwirtschaft sind nach den gegenwärtigen Definitionen zu berechnen, aber in der Berichterstattung nicht Gegenstand der landwirtschaftlichen Emissionsinventare (vgl. EMEP/CORINAIR 2005, Kapitel 10 00).

2 Von den Daten zu Beratung und Berichten

Die zentrale Datenbank „Flüsse und Emissionen“ enthält alle Informationen, die zur Berechnung landwirtschaftlicher Emissionen benötigt werden. Sie wird aus dem Stoffflussmodell GAS-EM (Dämmgen et al., 2006) gespeist, das die landwirtschaftlichen Stoffflüsse von Stickstoff und reaktivem Kohlenstoff umfassend so abzubilden versucht, dass alle berichtsrelevanten Emissionen entsprechend den durch die Bundesregierung eingegangenen internationalen Verpflichtungen ermittelt werden können.

¹ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie (FAL-AOE), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

² Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt

³ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ländliche Räume (FAL-LR), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

⁴ Umweltbundesamt, Fachgebiet I 4.6 „Emissionssituation“, Postfach 1406, 06813 Dessau

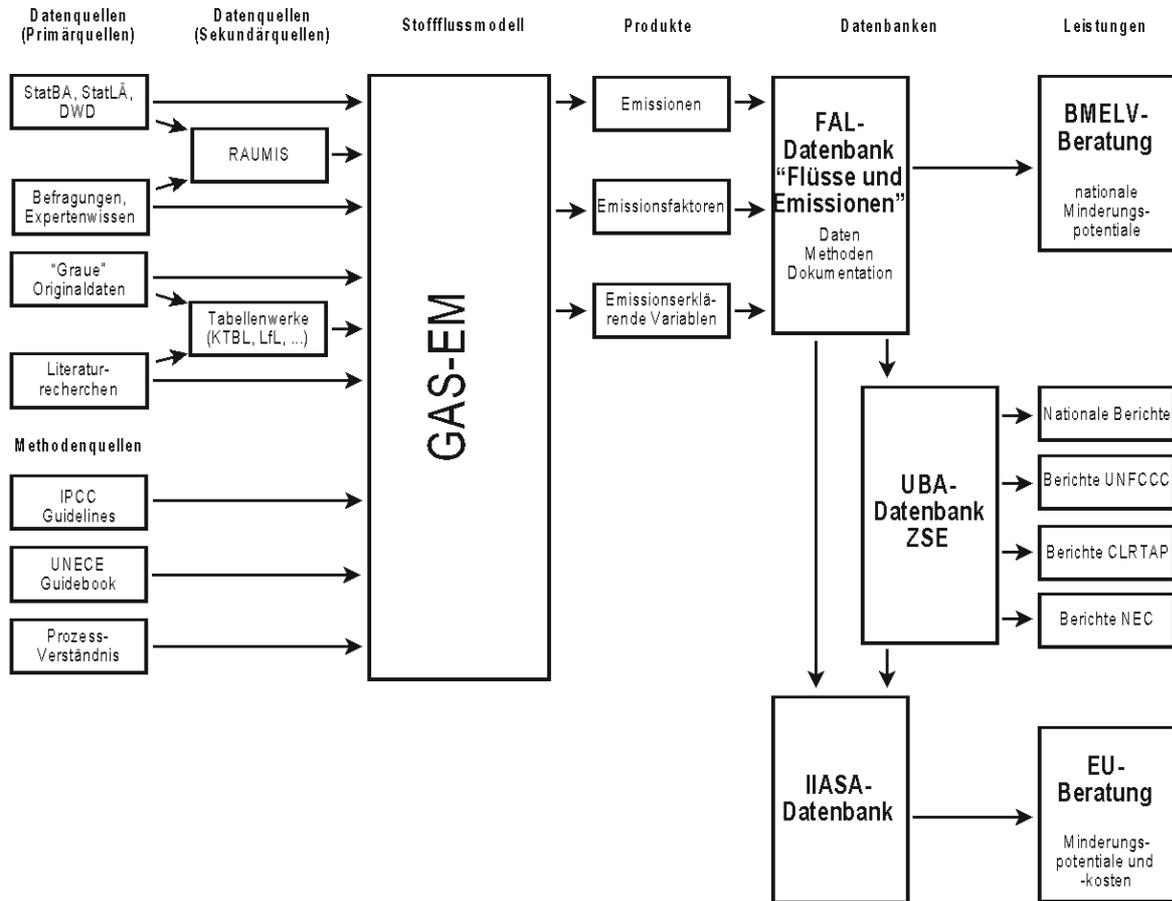


Abbildung 1:
Von den Daten zu Beratung und Berichten

2.1 Datenquellen und Methoden

Die wichtigsten *Datenquellen* sind

- die offiziellen Statistiken zu Tierzahlen und Bestandesstrukturen der Statistischen Landesämter der Bundesländer. Die Erhebungen werden zurzeit alle zwei Jahre durchgeführt. Kreisdaten stehen zur Verfügung. Diese Daten enthalten zum Teil Unstetigkeiten (beispielsweise durch Veränderungen in den Erhebungsmerkmalen oder der Einstellung relevanter Erhebungen), die in geeigneter Weise und konform mit den hierzu erarbeiteten Richtlinien der guten wissenschaftlichen Praxis korrigiert werden müssen (vgl. Dämmgen, 2006).
- die offiziellen Statistiken zur Flächennutzung (Flächennutzungshaupterhebung)
- die offiziellen Statistiken zum Düngemittelabsatz
- ergänzende Erhebungen von emissionserklärenden Daten (Strukturdaten) zur landwirtschaftlichen

Praxis im Detail (Düngerauswahl und Düngetermine, Tierhaltungsverfahren, Lagermöglichkeiten für Wirtschaftsdünger, Art und Zeitpunkt der Wirtschaftsdüngerausbringung) durch Befragungen

- Messungen von Stoffflüssen und Emissionen innerhalb von Forschungsprojekten insbesondere an Universitäten oder Landesanstalten, die nicht oder noch nicht in der allgemein verfügbaren Literatur veröffentlicht sind
- Literaturdaten und deren Zusammenstellungen (z.B. Faustzahlen, 1993, LWK-WE, 1997, und KTBL, 2004)

Ein Teil der erforderlichen Daten ist aus Originaldaten nicht oder nur schwer abzuleiten, insbesondere Häufigkeitsverteilungen von Stallbautentypen, Lagerungsvorrichtungen etc. Das Agrarsektormodell RAUMIS (Heinrichsmeyer et al., 1996) ist in der Lage, auf Grundlage der Ergebnisse ergänzender

Erhebungen emissionserklärender Merkmale konsistente Datensätze für die Jahre zu modellieren, für die eine Flächennutzungshaupterhebung vorliegt.

Die angewendeten **Methoden** wurden zunächst den international verbindlichen Anleitungen entnommen (IPCC, 1996, 2000; EMEP/CORINAIR, 2005), dann aber weiter entwickelt. Die Weiterentwicklung besteht vor allem darin, dass die Stoffflüsse nach dem derzeitigen Prozessverständnis so beschrieben werden, dass Stoffbilanzen erstellt werden können. D.h., alle N-Spezies werden gleichzeitig erfasst und abgebildet. Die Wechselwirkung mit Kohlenstoff-Flüssen wird berücksichtigt. Damit greift das Verfahren einer Entwicklung vor, die sich derzeit bei der Weiterentwicklung der Genfer Luftreinhaltekonvention und der Klimarahmenkonvention als Notwendigkeit herausstellt.

Beiträge des nachgeordneten Bereichs sind die Erstellung von Sekundärdatensammlungen über Emissionsfaktoren (Döhler et al., 2002; Eurich-Menden et al., 2005; Schwab et al., 2005), die Entwicklung von Methoden zur Erhebung emissionserklärender Merkmale (Bergschmidt, 2004) sowie die Hochrechnung von Aktivitätsdaten und die Modellierung von Minderungsstrategien mit Hilfe des Modells RAUMIS (Döhler et al., 2002; Osterburg, 2002). Die Erarbeitung der Methoden zur Emissionsberechnung geschieht national durch FAL-AOE und KTBL in enger Zusammenarbeit mit FAL-TE; Datenmanagement, Verbesserung der Datengrundlage und Projektionen unter Einbeziehung von Minderungskosten werden durch FAL-LR und KTBL erarbeitet. An der Erstellung der Methoden im Rahmen des Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR) ist FAL-AOE direkt beteiligt (Mitarbeit als chairman und panel leader in UN ECE Task Force on Emission Inventories and Projections). KTBL und FAL-AOE arbeiten innerhalb der internationalen Gruppe EAGER an der Methodenentwicklung insbesondere an der Berechnung von Emissionen aus der Tierhaltung (Reidy et al., 2006).

2.2 Stoffflussmodell

Die Flüsse von Stickstoff- und ausgewählten Kohlenstoff-Spezies werden in einem Stoffflussmodell so beschrieben, dass die gesamte landwirtschaftliche Praxis abgebildet werden kann. Wesentlich ist die Einführung der Forderung, dass das Modell zumindest für N bilanzfähig sein muss.

Die landwirtschaftlichen Produktionsverfahren werden dabei in den Untersystemen behandelt, wie dies den Strukturen der Anleitungen entspricht: Die Untersysteme Boden/Pflanze, Metabolismus und Wirtschaftsdünger-Management sind entsprechend den Stoffflüssen miteinander verknüpft. Alle derzeit üblichen Praktiken lassen sich abbilden. Zukünftige Ent-

wicklungen sind prinzipiell im Programm enthalten, so dass Szenarien gerechnet werden können.

Das Modell GAS-EM ist entsprechend den Forderungen der internationalen Berichterstattung als modulares Excel-Programm erstellt, das für jeden Quelltyp einen eigenen Ordner enthält (Systeme Boden/Pflanze mit N-Düngung, Systeme Boden/Pflanze ohne absichtliche N-Düngung, Milchkühe, Kälber, Färsen, usw., Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngekalk). Die Rechenblätter sind untereinander so vernetzt, wie es die Abbildung der Stoffflüsse erfordert (Dämmgen et al., 2006).

Das Modell berechnet aus den gleichen Datensätzen kohärent die Emissionen von

- NH_3 , NO , N_2O , N_2
- CH_4 , NMVOC, CO_2 aus der Düngieranwendung
- Stäuben (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$)

Wichtige Indikatorgrößen für andere Modelle, etwa für RAINS am Internationalen Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA) oder für die Berichterstattung nach UNFCCC, werden nach deren Vorgaben berechnet (für landwirtschaftliche Rechnungen z.B. nach Klimont und Brink, 2004).

Damit ist das Stoffflussmodell GAS-EM Vorreiter einer umfassenden Berichterstattung. Es erfüllt bei den meisten Hauptquellgruppen¹ der Tierhaltung die Kriterien der sog. Tier-3-Verfahren nach IPCC.

Das Modell ist in der Lage, die Emissionen einzelner (typischer) Quellen, etwa einzelner landwirtschaftlicher Betriebe, zu schätzen.

Die Entwicklung des Modells GAS-EM ist eine *Gemeinschaftsleistung von Einrichtungen des nachgeordneten Bereichs des BMELV*.

¹ Durch die mit dem Kyoto-Protokoll geregelte Einbeziehung ökonomischer (und damit finanziell bewertbarer) Instrumente ergeben sich völlig neue Anforderungen an die Genauigkeit der zu berechnenden Emissionen. Im Rahmen einer Hauptquellgruppenanalyse werden die wesentlichen Quellen der Treibhausgasemissionen – die nach einem auf CO_2 -Äquivalent-emissionen normierten Ranking insgesamt 95 % der Gesamtemissionen verursachen – ermittelt. Für diese sind dann vorgegebene bzw. dazu vergleichbare sehr detaillierte Berechnungsverfahren (Tier 2 oder 3) anzuwenden. Im Landwirtschaftsbereich betrifft dies: die CH_4 -Emissionen der Rinderhaltung, die CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management bei Rindern und Schweinen sowie die N_2O -Emissionen aus der landwirtschaftlichen Bodennutzung.

2.3 FAL-Datenbank „Flüsse und Emissionen“

Umfangreiche Datensätze werden zur Beschreibung der Quellen benötigt: Für die Berechnung der Emissionen aus der Milchkuhhaltung in einem Kreis sind mehr als 20 statistische Daten und mehr als 25 als Expertenwissen bezeichnete Datensätze erforderlich. Sofern diese Datensätze nicht konstant sind, werden sie als emissionserklärende Variablen in der Datenbank gespeichert. Die sich aus den Rechnungen ergebenden Emissionsfaktoren, die in Kombination mit den sog. Aktivitätsdaten (etwa Tierzahlen, Anbauflächen, Düngermengen) zu den Emissionen führen, sind ebenso wie die Emissionen selbst in der Datenbank gespeichert. Die überwiegende Menge der Tierhaltungsdaten sind auf Kreisebene verfügbar, alle anderen Daten sind auf Länderebene berechnet. Nur in Ausnahmefällen (z.B. Ziegen-Haltung) sind Datensätze für das Bundesgebiet vorhanden. Solche Datensätze sind für alle Jahre von 1990 bis 2004 erzeugt und dokumentiert (Ausnahme: Pelztiere nur für 2000).

In der Regel werden Kreisdaten auf Länderebene aggregiert und in dieser Form publiziert bzw. den Nutzern zur Verfügung gestellt.

2.4 Die Leistungen

Aus der Kombination des Flussmodells GAS-EM und der Datenbank „Flüsse und Emissionen“ lassen sich Potentiale für das Umlenken von Stoffströmen oder das Verringern von Emissionen ermitteln. Insbesondere lässt sich die Frage klären, wie eine für ein Spurengas ins Auge gefasste Minderungsoption sich auf die Emission anderer Spurengase auswirkt. Die Daten dienen so der Politikberatung aus naturwissenschaftlicher Sicht.

Auslöser zur Entwicklung des Modells und seiner Peripherie war die Notwendigkeit, den internationalen Anforderungen der Emissionsberichtserstattung nachzukommen. Hier besitzt jede Konvention ihre eigenen Berichtsformate. Die in der FAL-Datenbank verwalteten Datensätze werden aufbereitet und an die UBA-Datenbank „Zentrales System Emissionen“ übermittelt, die hieraus die Berichte nach den jeweiligen Formaten erstellt. Berichtet werden die nationalen Daten (Emissionen, Emissionsfaktoren, emissionserklärende Variablen) an

- die Klimarahmenkonvention UNFCCC nach dem Common Reporting Format (CRF)
- die Genfer Luftreinhaltkonvention CLRTAP nach dem New Format for Reporting (NFR)
- die EU im Rahmen der Richtlinie zur Einhaltung nationaler Emissionsobergrenzen (NEC)

Daten mit einer höheren Auflösung („gridded data“, 50 · 50 km²) sowie Daten über gegenwärtige und

zukünftige Entwicklungen bei den Aktivitäten werden im Abstand von 5 Jahren von CLRTAP gefordert.

Wenn sich der Stand des Wissens verbessert hat, so sind konsistente neue Zeitreihen zu berechnen und zu berichten.

Innerhalb von CLRTAP hat das EMEP Centre for Integrated Assessment Modelling (CIAM) am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse (IIASA) die Aufgabe, integrierte Prozessanalysen zu erstellen. Die hierfür benötigten deutschen Datensätze werden teilweise direkt aus der FAL-Datenbank, teilweise aus der UBA-Datenbank geliefert. Zwischen IIASA, UBA und FAL-AOE findet eine rege und vertrauensvolle direkte Zusammenarbeit statt (vgl. Klimont et al., 2005).

3 Ausblick

Wenn Emissionsinventare der Vorbereitung von nationalen und internationalen Entscheidungen dienen sollen, so müssen sie transparent, vergleichbar, vollständig und hinreichend genau sein. Sie müssen wohl dokumentiert und konsistent sein, d.h. die Erstellung von Zeitreihen erlauben. Die hinreichende Genauigkeit umfasst auch die hinreichende räumliche und zeitliche Auflösung der Emissionen. Hier besteht Handlungsbedarf.

Im Einzelnen müssen die noch auf der Ebene der Bundesländer berichteten Emissionen aus der Düngemittelanwendung plausibel auf Landkreise disaggregiert werden. Im Hinblick auf die Witterungsbedingungen und den Nährstoffbedarf der Pflanzen müssen die Ausbringungen der Wirtschafts- und Mineraldünger zeitlich höher aufgelöst werden. Angestrebt wird eine Auflösung auf Monate.

Die Verbesserung der Dokumentation ist ebenso Ziel der künftigen Arbeit wie die Quantifizierung der Unsicherheiten und ihre Verringerung.

4 Literatur

- Bergschmidt A (2004) Entwicklung und Erprobung von Erhebungsmethoden zum Wirtschaftsdüngermanagement in landwirtschaftlichen Betrieben: Projektbericht für ein von EUROSTAT gefördertes Forschungsvorhaben „TAPAS 2003 – Deutschland. Agrarumweltaspekte – Art und Umfang der Ausbringungstechniken für Wirtschaftsdünger in landwirtschaftlichen Betrieben. Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie, 2004/07. <http://www.bw.fal.de/>
- Dämmgen U (2006) Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. Landbauforsch Völknerode Sonderheft 291, 223-230.
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2006) Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004. Methoden und Daten. Landbauforsch Völknerode Sonderheft 291, 47-222.
- Döhler H, Eurich-Menden B, Dämmgen U, Osterburg B, Lüttich M, Bergschmidt A, Berg W, Brunsch R (2002)

- BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010. UBA Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin. 193 S, zzgl. Anhänge
- EMEP/CORINAIR (2002) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 3rd ed., EEA, Copenhagen. <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR3/en/page019.html/>
- EMEP/CORINAIR (2004) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook – 2004. 3rd ed., update. EEA, Copenhagen. <http://tfeip-secretariat.org/unece.htm>
- Eurich-Menden B, Dämmgen U, Döhler H (2005) A collection and analysis of current ammonia research data available in German. In: Final Report to DEFRA of Project AM0123, DEFRA, NRRRA Science Division, London, UK, 35. S.
- Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau (1993). 12. Aufl., Landwirtschaftsverlag, Münster
- Henrichmeyer 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
- 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
- Klimont Z, Brink C (2004) Modelling of Emissions of Air Pollutants and Greenhouse Gases from Agricultural Sources in Europe. Interim Report IR-04-048. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Österreich, 69 S.
- Klimont Z, Webb J, Dämmgen U (2005) Livestock husbandry systems in Europe: evaluation of the 2003 UNECE ammonia expert group questionnaire. In: Kuczynski T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (Hrsg.) Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 71-96.
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.) (2004) Betriebsplanung Landwirtschaft 2004/05. KTBL-Datensammlung. 19. Aufl., Darmstadt: KTBL, 573 S.
- LWK-WE – Landwirtschaftskammer Weser-Ems (1997) Nährstoffvergleich auf Feld-Stall-Basis. § 5 der Düngeverordnung. Hannover
- Osterburg B (2002) Rechnerische Abschätzung der Wirkungen möglicher politischer Maßnahmen auf die Ammoniakemissionen in Deutschland im Jahr 2010. Unveröffentlichte Studie im Auftrag des BMVEL. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume. Braunschweig, April 2002.
- Reidy B, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Hutchings NJ, Luesink HH, Menzi H, Misselbrook TH, Monteny G-J, Webb J (2006) Comparison of models used for the calculation of national NH₃ emission inventories from agriculture: liquid manure systems (in Vorbereitung)
- Schwab M, Jäger P, Eurich-Menden B, Döhler H, Braun Ch (2005) Methodenaktualisierung für die Emissionsberechnung 2003. F+E Vorhaben 203 412 59 des UFOPLAN 2003. Teilvorhaben 04: EF Landwirtschaft: Landwirtschaft – Ermittlung und Anpassung von Emissionsfaktoren (CRF 4). Schlussbericht für das Umweltbundesamt. KTBL, Darmstadt. 44 S. zzgl. Anhang
- UNEP – United Nations Environmental Programme (2004) The Nitrogen Cascade: Impacts of Food and Energy Production on the Global Nitrogen Cycle. GEO Year Book 2003. UNEP, Nairobi. <http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2003/087.htm>

Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung und der Berichterstattung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 2. Transmission und Deposition

Th. Gauger¹, U. Dämmgen¹, A. T. Vermeulen², A. Bleeker³, J.-W. Erisman³, M. Schaap⁴, C. Rösemann¹, H.-D. Nagel⁵, T. Spranger⁶ und Z. Klimont⁷

Schlüsselwörter: Stickstoff, Stofffluss-Modell, Critical loads, Politikberatung

1 Einleitung

Die atmosphärischen Einträge von Stickstoff (N) in terrestrische und aquatische Ökosysteme können zu deren Überdüngung (Eutrophierung) und Versauerung führen. Wesentlich sind hier die ins System gerichteten Flüsse und nicht die Konzentrationen in der Atmosphäre (z.B. Dämmgen et al., 1993). Wenn diese Flüsse die sog. kritischen Belastungen (critical loads) überschreiten, reagiert das System mit plastischen Veränderungen.

Es besteht gesellschaftlicher Konsens darüber, solche Veränderungen in bestimmten Fällen zu vermeiden oder sogar rückgängig zu machen. Dies ist notwendigerweise mit der Erforschung der Kette von den Wirkungen rückwärts über die Einträge und den Transport zu den Emissionen und deren Quellen verbunden. Eine solche rückwärts gerichtete Betrachtungsweise sollte am ehesten in der Lage sein, Notwendigkeiten, Möglichkeiten und Aufwand zu erkennen und zu quantifizieren, sofern Emissionen verringert oder vermieden werden müssen.

Die hierbei in Deutschland derzeit verwendeten Modelle, die die Wege zwischen Emission und Deposition zu beschreiben versuchen, sind komplex und sollen in diesem Beitrag erläutert werden. Sie knüpfen inhaltlich an die Beschreibung der Verfahren zur Quantifizierung von Emissionen (Dämmgen et al., 2006a).

2 Von den Daten zur Handlungsempfehlung

Eine sinnvolle und ressourcenschonende Minderungs politik muss vor dem Hintergrund, dass sie nur im gesellschaftlichen Konsens durchgeführt werden kann, die Minderungsmöglichkeiten im Hinblick auf die betrachteten Schutzgüter insgesamt durchführen.

Die hieraus resultierenden Maßnahmen sind im Hinblick auf die Wirkungen und den Umstand, dass einige der Emissionen nur kurze atmosphärische Verweildauern besitzen, in deutschlandweit umzusetzende Maßnahmen und in überwiegend regionale Maßnahmen aufzugliedern. Die Handlungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten werden bei luftverschmutzenden Gasen durch eine nationale Obergrenze (NEC) oder bei Treibhausgasen in Form einer relativen Minderungsleistung (UNFCCC) festgelegt. Da Treibhausgas eine sehr lange atmosphärische Verweildauer besitzen, ist dies angemessen. Eine regionale Schwerpunktsetzung ist bei Treibhausgasen deshalb nicht erforderlich; vielmehr sollten Maßnahmen dort ansetzen, wo Emissionsminderungen zu den geringsten Kosten erzielt werden können. Im Falle der versauernd und eutrophierend wirkenden Stoffe ist diese Voraussetzung nicht gegeben.

Das Schadrisiko variiert räumlich sehr stark. Erstens ist die Empfindlichkeit der Ökosysteme gegenüber Schadstoffeinträgen wesentlich von Boden, Vegetation und Klima abhängig; daher muss die regionale Verteilung der Ökosysteme mit ihren spezifischen Eigenschaften (Pufferungsvermögen, Basen-Freisetzungsvormögen, Wasserhaushalt; N-Dynamik, natürliche Sukzession usw.) bekannt sein. Zweitens sind auch die tatsächlichen Depositionsflüsse räumlich sehr variabel; sie werden unter Berücksichtigung von Emissionsverteilungen, Wetterdaten, chemischen Reaktionen und Transport modelliert (Dämmgen und Erisman, 2005).

¹ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie (FAL-AOE), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

² Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ländliche Räume (FAL-LR), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

³ ECN Netherlands Energy Research, P.O. Box 1, 1555 ZG Petten, Niederlande

⁴ TNO Institute of Environmental Sciences, P.O. Box 342, 7300 AH Apeldoorn, Niederlande

⁵ ÖKO-DATA, Hegermühlenstr. 58, 15344 Straußberg

⁶ Umweltbundesamt, Fachgebiet II 4.4 „Wirkungen auf terrestrische Ökosysteme“, Postfach 1406, 06813 Dessau

⁷ Internationales Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA), 2361 Laxenburg, Österreich

Es ist politisches Ziel in Deutschland und Europa, die Belastung von Ökosystemen durch luftgetragene Schadstoffe zu reduzieren (vgl. Gregor, 1999; WGE, 2004); so basiert die europäische Luftreinhaltepolitik (CLRTAP-Protokolle, NEC-Richtlinie, Thematische Strategie „Luft“ der EU) auf einem kostenoptimierten Critical-loads-Konzept. Handlungsziel ist hierbei das Erreichen oder zumindest die kostenoptimierte Annä-

herung an critical loads und critical levels (kritische Schadgaskonzentrationen) (vgl. SRU, 1994). Das Critical Loads-Konzept gewährleistet eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung mittels langfristiger, räumlich differenzierter, ökosystem- und wirkungs-spezifischer Belastungsgrenzen.

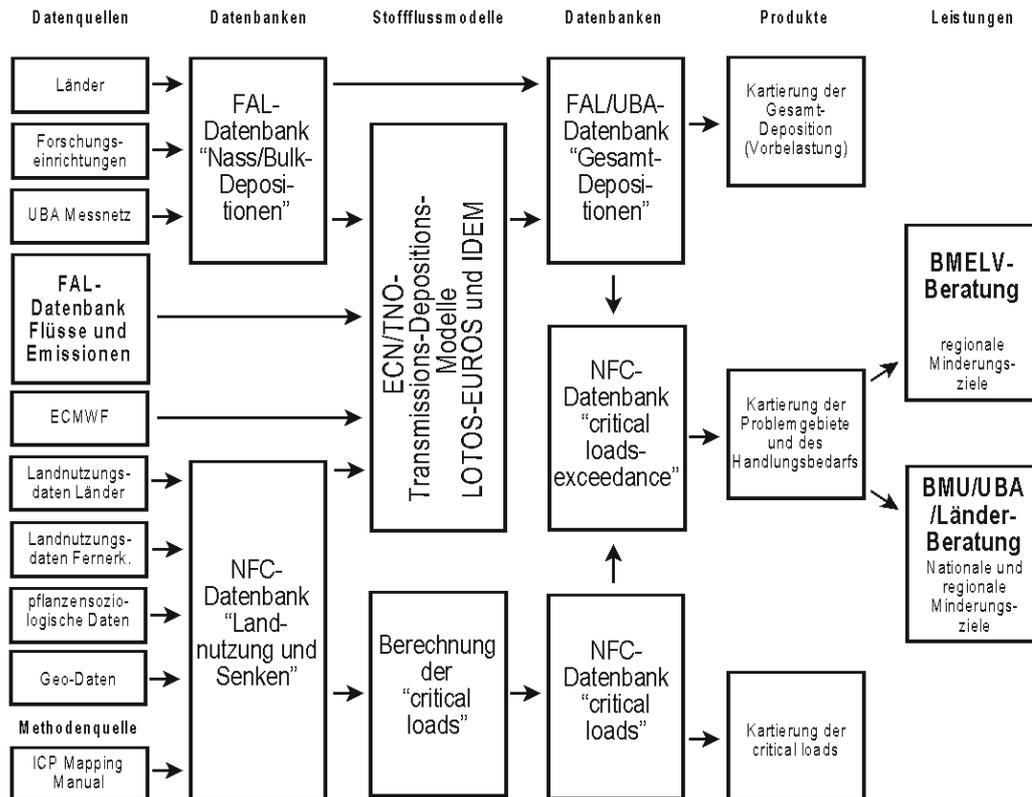


Abbildung 1:
Von den Daten zur Handlungsempfehlung

Die kosten- und wirkungsoptimierte Minderung der Belastung durch luftverunreinigende Stoffe im Hinblick auf Versauerung und Eutrophierung erfolgt also durch einen Vergleich von critical loads (maximal verträgliche Belastungen) mit gegenwärtigen oder zukünftigen Depositionsraten (Ist-Belastungen). Critical loads sind wesentlich von Boden, Vegetation und Klima abhängig. Daher muss die regionale Verteilung der Ökosysteme mit ihren spezifischen Eigenschaften (Pufferungsvermögen, Basen-Freisetzungsvermögen, Wasserhaushalt; N-Dynamik, natürliche Sukzession usw.) bekannt sein. Die tatsächlichen Depositionsflüsse müssen auf der gleichen Flächendatenbasis vorliegen. Sie werden unter Berücksichtigung von Emissi-

onsverteilungen, Wetterdaten, chemischen Reaktionen und Transport modelliert (Dämmgen und Erisman, 2005).

2.1 Datenquellen und Datenbanken für Eingangsdaten

Regional aufgelöste Emissionsdaten werden aus der FAL-Datenbank bereitgestellt. Sie beruhen in fast allen Fällen auf der Beschreibung typischer Verfahren, zu deren Beschreibung mittlere Eingangsdaten verwendet werden. Die Daten sind in der ausführlichen Dokumentation (Dämmgen et al., 2006b) erst-

malig mit Unsicherheiten angegeben. Eine Fehlerfortpflanzungsrechnung wurde bisher nicht durchgeführt.

In Deutschland existieren flächendeckend Messnetze zur Bestimmung der sog. Bulk-Deposition (d.h. der Deposition sedimentierender Partikel einschl. Niederschlägen). Sie werden von allen Bundesländern (außer Bremen und Hamburg), zahlreichen Forschungseinrichtungen und dem Umweltbundesamt unterhalten.

Die so genannte trockene Deposition von Gasen und Feinstäuben ist rezeptorabhängig; in raue Systeme wie Wälder wird deutlich mehr eingetragen als in landwirtschaftliche Kulturen, Heiden oder Moore. Die Depositionsmodellierung setzt daher die Kenntnis der Landnutzung voraus.

Daten für critical loads wurden für alle relevanten Ökosysteme nach EUNIS-Klassifizierung (EEA, oJ) zusammengestellt. Sie wurden über Massenbilanzen modelliert (vgl. Posch et al., 2005; Aktualisierung in jedem zweiten Jahr) oder auf der Basis von Feldexperimenten als sogenannte „empirical critical loads“ in Expertengremien erarbeitet (z.B. Achermann und Bobbink, 2003). Eine ausführliche Beschreibung der Berechnungsverfahren, Datengrundlagen und Anwendungen gibt ein international abgestimmtes Methodenhandbuch (ICP Modelling & Mapping, 2004; zu aktuellen Daten siehe Posch et al., 2005).

Die flächendeckende Information der Ökosystemverteilung wird auf der Basis von CORINE Land Cover sowie anderen flächenhaft vorliegenden Daten zu Bodeneigenschaften, Vegetation, Hydrologie etc. erarbeitet. Die Daten und Metadaten werden beim National Focal Centre Deutschland (NFC) (ÖKO-DATA GmbH im Auftrag des Umweltbundesamtes) gehalten.

Der Vergleich von critical loads mit Depositionen (s.u.) erfordert eine einheitliche räumliche Bezugsbasis. Diese ist durch die oben genannte Critical-loads-Datenbank gegeben.

Beiträge des nachgeordneten Bereichs sind Messungen von Bulk-Depositionen insbesondere von N-Spezies in zum Teil umfangreichen Messnetzen (Grünhage et al., 2002) sowie die Verbesserung der Methoden hierzu (z.B. Dämmgen et al., 2005). Die Daten werden an der FAL zur Datenbank „Nass/Bulk-Depositionen“ zusammengeführt (Gauger et al., 2002; Gauger, 2005).

2.2 Stoffflussmodelle

Im Transmissionsmodell LOTOS-EUROS (Schaap et al., 2005) und dem Integrierten Depositionsmodell IDEM (Gauger et al., 2002) werden unter Verwendung von Wetterdaten, die das European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) bereitstellt, zunächst die Konzentrationen in der Atmosphäre und anschließend die trockene

Deposition in unterschiedliche Rezeptorsysteme berechnet. Die trockene Deposition wird dabei aus dem Konzentrationsfeld und einer Depositionsgeschwindigkeit berechnet, deren Ableitung ein einfaches Widerstandsmodell zugrunde liegt. Die trockene Deposition ist rezeptorspezifisch. Sie muss mithilfe von Rezeptorinformationen parametrisiert und lagertreu und flächendeckend modelliert werden. Eine Quantifizierung der zusätzlichen feuchten Deposition kann durch das Wolkenwasser-Depositions-Modul für das Inferentialmodell IDEM erfolgen.

Die methodische Grundlage der Kartierung der Gesamt-Deposition besteht in der Kombination der Berechnung von rezeptorunabhängiger Nass-Deposition und der Modellierung von rezeptorspezifischer Trockendeposition. Die Modellierung der Nass-Deposition basiert auf den Monitoringdaten der vorhandenen (bulk/nass) Routine-Messnetze in Deutschland, die periodisch angefragt, aufbereitet und in der FAL/UBA-Depositions-Datenbank gehalten werden. Die an diesen zahlreichen Messpunkten ermittelten Konzentrationen im Niederschlag werden mit dem Kriging-Verfahren in hoher räumlicher Auflösung ($5 \cdot 5 \text{ km}^2$ - bis $1 \cdot 1 \text{ km}^2$ -Raster) flächendeckend interpoliert und mit hoch aufgelösten, aus Niederschlagsmessungen modellierten Niederschlagskarten des DWD (in $1 \cdot 1 \text{ km}^2$ -Raster) zu Nass-Depositionsfeldern verschnitten. Datenumfang, Datenhaltung und die notwendige Datenverarbeitung erfordert die Nutzung eines leistungsfähigen GIS (Geographisches Informationssystem).

Beiträge des nachgeordneten Bereichs bestehen unter anderem in der Erhebung und Bereitstellung von Konzentrationsdaten für NH_3 , seine Reaktionspartner und seine Reaktionsprodukte in der Umgebungsluft durch FAL-AOE. FAL-AOE hat zu diesem Zweck langjährige Messreihen erzeugt, die zur Kalibrierung und Validierung der Modelle dienen.

2.3 Ergebnisdatenbanken und Produkte

Die resultierenden Datensätze zur Gesamt-Deposition, der räumlichen Verteilung der critical loads und der Überschreitung der critical loads werden als Kartenwerke dargestellt, die im Internet verfügbar sind (UBA, 2005).

Die Erstellung der Datensätze und ihre Aktualisierung erfolgt in FAL-AOE, d.h. im *nachgeordneten Bereich des BMELV*.

2.4 Die Leistungen

Die Karten geben Hinweise auf diejenigen Orte, für die ein Handlungsbedarf besteht. Sie informieren darüber hinaus, wie groß der Handlungsbedarf ist. Auf diese Weise erlauben sie eine Abwägung und lassen eine Prioritätenbildung auf sachlicher Basis zu.

Da zwischen oxidiertem und reduziertem N unterschieden wird, lassen sich regionale Minderungsziele quantifizieren und Handlungsschwerpunkte identifizieren.

Beiträge des nachgeordneten Bereichs sind die Pflege der Datenbanken, einschließlich Verfahrensentwicklung und Anwendung von Plausibilitätsprüfungen und Datenaufbereitungen zur Nachnutzung an der FAL (Gauger, 2005). Die Nachnutzungen bestehen in internationalen, nationalen, regionalen und lokalen Fragestellungen und Anwendungen zur Luftreinhaltung (Bewertung der Belastungssituation), der Risikoanalyse, Planung, Sicherstellung nachhaltiger Entwicklung und Formulierung von Umweltqualitätszielen in unterschiedlichem räumlichen Maßstab in den Bereichen Bodenschutz, Landschaftsplanung, Naturschutz, forstliches Monitoring und Management, landwirtschaftliche Planung und Beratung, im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, der NEC-Richtlinie und für weitere Projektarbeiten an Forschungsinstituten (Universitäten und andere Forschungseinrichtungen). Die wesentlichen Datensätze sind aufgrund des großen Nutzerkreises seit kurzem im Internet abrufbar (UBA, 2005).

3 Von den Daten zur Genehmigung

Sieht man von Maßnahmen ab, die von außen steuernd in die landwirtschaftlichen Stoffflüsse eingreifen, etwa einer Änderung des Verbraucherverhaltens oder der Märkte, so findet der praktische Schritt der Emissionsminderung in der Landwirtschaft im einzelnen Betrieb statt. Entsprechende betriebliche Anpassungen können auf unterschiedliche Weisen erreicht werden. Neben Beratung und anreizorientierten Maßnahmen kommen Genehmigungsverfahren nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) zum Einsatz. Die sachlichen Entscheidungsgrundlagen für Genehmigungen müssen erklärbar und transparent sein. Sie müssen den gleichen Regeln gehorchen wie die zuvor genannten Berechnungen auf höherem Aggregationsniveau. Sie müssen es erlauben, ohne (teure) Messungen zutreffende Schätzungen der zu erwartenden Emissionen zuzulassen. Auch müssen sie eine Handhabe bieten, Kosten zu schätzen.

Der Rahmen, in dem Entscheidungen möglich sind oder sein können, ergibt sich aus der Differenz zwischen tatsächlicher Belastung und der möglichen Zusatzbelastung. Während erstere aus der Datenbank „Gesamt-Deposition“ erhalten wird, ergibt sich letztere aus einer Betrachtung der jeweils zulässigen Belastung der zu schützenden Systeme. In diesem Rahmen müssen die zulässigen Zusatzbelastungen in größte zulässige Emissionen und Mindest-Entfernungen umgerechnet werden.

Für die Schätzung der Emissionen muss zunächst wiederum ein Modell herangezogen werden.

3.1 Daten

Die Datensätze, die zur Berechnung der Emission aus einem einzelnen Betrieb oder einer Gruppe von Einzelquellen benötigt werden sind die gleichen wie für die Berechnung der Emissionen aus einem Kreis: Tierzahlen je Haltungsverfahren, Lagerungsverfahren, Ausbringungsverfahren, Düngereinsatz, Lufttemperaturen etc. Um eine höhere räumliche Auflösung der Beurteilungswerte (zulässige Deposition) zu ermöglichen, erfolgt die Zuordnung von landnutzungsspezifischer Deposition und critical loads auf der Basis von lokalen, hochauflösenden Landnutzungsdaten und nicht durch direkte Verwendung nationaler Datensätze.

3.2 Stoffflussmodell

Die Verrechnung der Ausgangsdaten führt zu einer Emission, wie sie für die betrachtete Quelle *typisch* ist. Dabei wird der Stand des jeweiligen Wissens bzw. des jeweils Machbaren in GAS-EM widerspiegelt. Das Stoffflussmodell selbst ist in allen Details das gleiche, das in Kapitel 1.2 beschrieben ist.

3.3 Produkte

Eine mit den Ideen der europäischen Luftreinhalteungsstrategie konforme Genehmigungspraxis ist rezeptorbezogen und wirkungsbezogen. Dies ist das einzige toxikologisch begründbare Verfahren. Das Abwägen der Notwendigkeiten, die sich aus dem Vergleich von größten zulässigen Werten und der Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung ergeben, bedarf zunächst einer formalen Regelung der praktischen Durchführung des Vergleichs. Dieser ist in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft; BMU, 2002) im Prinzip verankert. Die praktische Durchführung des Vergleichs im Hinblick auf die Genehmigung von Tierhaltungsanlagen fehlt bisher noch. Der Arbeitskreis „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ ist vom zuständigen Bund-Länder-Ausschuss für Immissionsschutz (BLAI) mit der Erarbeitung eines wirkungsbasierten und rezeptorbezogenen Verfahrens beauftragt.

4 Modell-Validierung und Qualitätssicherung

Die vorangegangenen Kapitel machen deutlich, wie weit der Weg von gemessenen Daten bis hin zum Produkt oder zur Leistung ist. Die Unsicherheit nimmt mit jedem Schritt zu, so dass einer Qualitätssicherung auf jeder Stufe des Vorgangs eine besondere Bedeutung zukommt. Diese geschieht zum einen dadurch, dass jeder Schritt den festgelegten Regeln folgt und transparent ist, zum anderen dadurch, dass an geeigneten Stellen Messungen vorgenommen werden, die zumindest exemplarisch deutlich machen,

dass sich die Modelle und ihre Ergebnisse auf sicherem Grund bewegen.

4.1 Validierung der Aktivitätsdaten und von GAS-EM

Die Überprüfung der Emissionsmodelle erfolgt in regelmäßigen Begutachtungsverfahren innerhalb von IPCC und – weniger ausführlich – durch UN ECE. Die Verfahren der Datenerhebung und das Stoffflussmodell wurden in einem finnisch-deutschen bilateralen Verfahren geprüft. Im Rahmen aller vorgenannten internationalen Berichtsverpflichtungen wer-

den die deutschen Emissionsinventare jährlich in mehrstufigen Verfahren mit unterschiedlicher Detailtiefe durch internationale Experten überprüft. Diese haben mehrfach bestätigt, dass die Berechnungsgrundlagen und -methoden für die landwirtschaftlichen Emissionen in Deutschland den gesetzten Standards entsprechen. (UNFCCC, 2005). Insbesondere wurde das von der bisherigen Praxis abweichende Stofffluss-Modell akzeptiert. Damit ist zumindest internationale Vergleichbarkeit der Datensätze und Rechenverfahren gegeben.

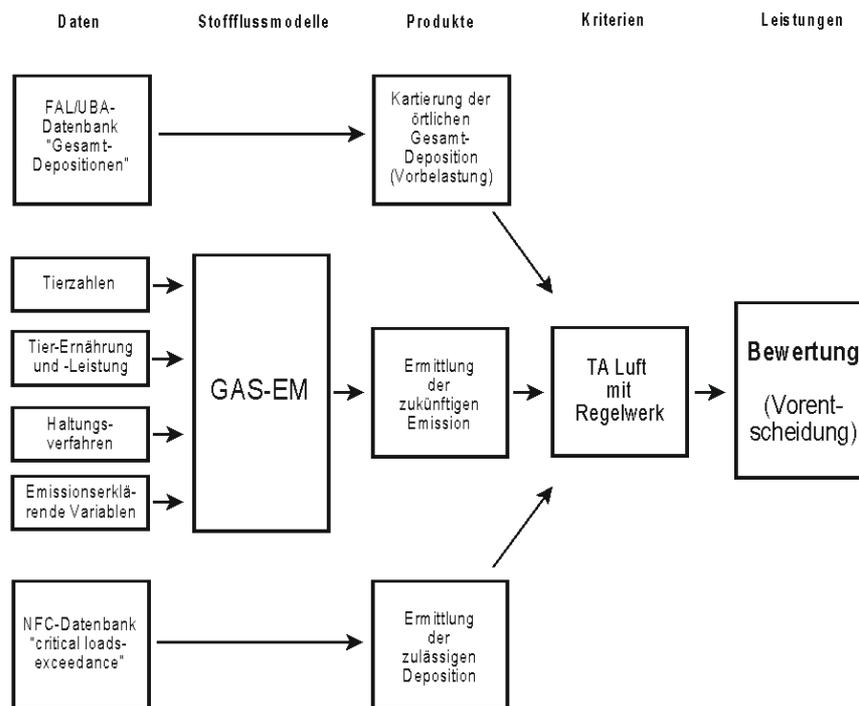


Abbildung 2:
 Von den Daten zur Genehmigung

Stofffluss-Methoden werden in weiteren europäischen Staaten eingeführt. Die im Forscherverbund EAGER (2005) zusammenarbeitenden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bemühen sich um strikte Vereinheitlichung der Verfahren unter Beibehaltung nationaler Besonderheiten. Erste Ergebnisse der Zusammenarbeit sind Reidy et al. (2006) zu entnehmen.

4.2 Validierung der Kartierung der Nass-Deposition

Die Qualität der Ergebnisse der Nass-Depositionskartierung wird maßgeblich durch die Qualität und Flächenrepräsentativität der Depositionsmessungen bestimmt, die zur flächenhaften Interpolation herangezogen werden. Die Qualität der Kartierungsergebnisse der Nass-Deposition wird auf dreierlei Weise überprüft. Die Berechnung der flächenhaften

Ionenbilanz für jede Rasterzelle der Ergebniskarten liefert Karten der prozentualen Abweichung vom Gleichgewicht zwischen An- und Kationen im Niederschlag und ist als Konsistenztest der Schätzwerte der flächenhaften Modellierung bzw. Interpolation zu werten. Die Abweichungen in der flächenhaften Ionenbilanz liegen in der Regel sowohl für die Konzentrationen im Niederschlag, als auch für berechnete Frachten im Rahmen der Ionenbilanz der gemessenen Inputdaten der Kartierung (Gauger et al., 2000). Der Schätzfehler für die einzelnen Interpolationsergebnisse wird als Krigevarianz, d.h. als durch die flächenhafte Schätzung bedingte Varianz der Werte jeder Rasterzelle der Ergebniskarte ermittelt. Die Schätzgenauigkeit wird hierbei als Wertebereich oder als prozentualer Fehlerwert für jede Rasterzelle angegeben. Die dritte Möglichkeit zur Validierung der Ergebnisse der Kartierung besteht im direkten Vergleich zwischen Messwerten und entsprechendem Rasterwert der Karte. Hierbei werden die Nivellierungen bzw. Werteverstärkungen gegenüber den Eingangsmessdaten beschrieben, die durch das Interpolationsverfahren verursacht werden. Wichtig ist generell die Kontrolle über die angewandten Verfahren und ihre Zuverlässigkeit hinsichtlich der Plausibilität und Repräsentativität der Ergebnisse, die in der Regel bei hinreichend guter Qualität ausreichender Eingangsdaten gegeben ist (Gauger et al. 2000, Gauger et al 2002).

4.3 Validierung von LOTOS-EUROS und IDEM

Vorliegende Ergebnisse von LOTOS-EUROS Modellberechnungen sind mit Konzentrationen verglichen worden, die in regionalen Hintergrundstationen (überwiegend EMEP-Stationen) ermittelt wurden (Schaap et al., 2005). Daneben wurden Modellvergleiche mit anderen chemischen Transportmodellen durchgeführt (van Loon et al., 2003a; Hass et al., 2003; Roemer et al., 2003; van Loon, 2004b).

Das IDEM-Modell (Nachfolgemodell von EDACS, vgl. Erisman und Draaijers, 1995) ist das derzeit am weitesten entwickelte Modell zur Schätzung kleinräumiger Depositionsflüsse und zur Feststellung von critical-loads-Überschreitungen. Die räumliche Auflösung ist wesentlich durch die vorhandenen Landnutzungskarten bestimmt. Es gibt dennoch ökosystemspezifische Flüsse wieder. Hierbei sind nicht so sehr die einzelnen Pflanzenbestände selbst als vielmehr ihre Oberflächeneigenschaften (Rauigkeit, Blattfeuchte, Schneebedeckung etc.) die den Fluss bestimmenden Elemente.

Die vorliegenden Ergebnisse der Modellierung von trockener und Gesamt-Deposition aus Berechnungen mit dem IDEM-Modell für Deutschland wurden mit den Ergebnissen von Kronenraumbilanz-Berechnungen verglichen. Kronenraumbilanzmodelle werden verwendet, um Trocken- und Gesamtdepositi-

onsflüsse für einzelne Waldstandorte aus langen Messreihen (Jahreswerte) von Freiland-Bulk-Depositionen, Kronentraufen- und Stammablaufmessungen zu schätzen. In Deutschland liegen diese Messungen für die Flächen des forstlichen Intensiv-Monitoring der Länder vor. Der Ansatz zur Berechnung von Kronenraumbilanzen geht von der Grundannahme einer festen Beziehung zwischen nassem und trockenem Eintrag von Partikeln unterschiedlicher Spezies aus, wobei der Eintrag von Natrium-Partikeln als Tracer verwendet wird, um das Verhältnis zwischen trockener und nasser Deposition zu bestimmen (Ulrich, 1983). Im Hinblick auf die unterschiedliche Größe von Partikeln liefert dieser Ansatz in der Regel ungenaue Ergebnisse für Spezies, die an sehr kleine Partikel gebunden sind, oder gasförmig eingetragen werden (Gauger et al., 2002, S. 166). Folglich liefert der Vergleich der Schätzungen zwischen den Modellergebnissen aus IDEM und Kronenraumbilanzwerten unterschiedlich gute Übereinstimmungen, die einer weiteren Interpretation bedürfen.

4.4 Vergleich von Modelldaten und Messungen

Messungen von abwärtsgerichteten Stoffflüssen zwischen Atmosphäre und terrestrischen und aquatischen Ökosystemen sind aufwändig und werden nur vergleichsweise selten durchgeführt. Sie stellen erhebliche Anforderungen an den Standort hinsichtlich seiner Größe und Beschaffenheit und müssen mit empfindlicher und teurer Messtechnik ausgestattet werden. Während die mikrometeorologischen Sensoren (Windgeschwindigkeit, Temperatur) weitgehend den Anforderungen der Stoffflussmessungen entsprechen, erfordert die Erfassung der reaktiven N-Spezies (mit Ausnahme von NO) eine nasschemische Analytik, die immer noch aufwändig und bei weiten nicht trivial ist. So bleibt der Vergleich zwischen modellierten und gemessenen Depositionen auf einzelne Projekte beschränkt und damit eher exemplarisch als umfassend. Ihre wesentliche Leistung besteht darin, die (physikalisch und chemisch begründeten) Modelle auf ihre praktische Plausibilität zu überprüfen.

Das IDEM-Modell wurde zunächst an drei sehr unterschiedlichen Ökosystemen validiert – einem mit N hoch belasteten Wald (Speulderbos), einem mäßig belasteten Grünland in Mitteleuropa (Melpitz) und einem gering belasteten Moor in Schottland (Auchencorth). Die Übereinstimmung zwischen Modell und Messungen war befriedigend (Erisman et al., 2001).

Übereinstimmung (im Rahmen der Genauigkeit) zwischen Modelldaten und Messdaten ergab sich bei Wäldern im Raum Cloppenburg (Meesenburg et al., 2005), in der Schorfheide (Zimmerling et al., 2000) oder auf dem Ackerland der FAL (Schaaf et al., unveröffentlicht).

5 Die Nutzbarkeit der Datensätze

Eine primäre Datenquelle sind die modellierten Emissionen von NH_3 und NO aus landwirtschaftlichen und von NO aus nicht-landwirtschaftlichen Quellen. Die Rechenverfahren entsprechen den derzeit dafür vorgegebenen Regelwerken und erscheinen als weitgehend angemessen. Bei den wichtigen Quellgruppen (Hauptquellgruppen) beschreiben die Rechnungen (Verfahren und Daten) die Prozesse allerdings nur so gut, wie es die verfügbaren statistischen Daten zurzeit erlauben. Sie bilden daher landwirtschaftliche Einzelbetriebe nur als typische Betriebe ab. Es ist nicht erkennbar, wie Modellierung hier mit vertretbarem Aufwand prinzipiell verbessert werden könnte. Die Emissionsfaktoren werden in einigen Fällen (d.h. bei den Hauptquellgruppen) bereits mechanistisch abgeleitet. Sie bedürfen dennoch der ständigen Überprüfung und Verbesserung. Dort, wo sie nicht abgeleitet werden können, bedürfen die aus Literaturdaten abgeleiteten Emissionsfaktoren der Bestätigung im nationalen Konsens.

Diese Auffassung entspricht der generellen Einschätzung der Situation in Nordwesteuropa (Erisman et al., 2005; Sutton et al., 2006).

Die großräumige Validierung von Emissionsinventaren geschieht letztlich über Messungen der Konzentrationen und der Depositionen. In Deutschland existieren zahlreiche Messstellen zur Erfassung der Konzentrationen von oxidiertem N (NO , NO_2) in den Messnetzen der Luftüberwachung. NH_3 -Konzentrationsmessungen in der Umgebungsluft werden selten durchgeführt. Normen zur Durchführung solcher Messungen sind gegenwärtig in Vorbereitung (VDI 3869). Die Untersuchungen der Feinstäube auf Konzentrationen ihrer Inhaltsstoffe (hier NH_4^+ -N und NO_3^- -N) findet nur in Ausnahmefällen statt. Dagegen werden Depositionen als Bulk- oder Nassdeposition flächendeckend erfasst. Bei hinreichendem Aufwand sind diese Messungen auf $0,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ je Spezies genau (Dämmgen et al., 2000; Dämmgen, 2006). Ihr Anteil an der Gesamtdeposition ist jedoch bei rauen Systemen vergleichsweise gering. Der Rest – die sog. trockene Deposition – lässt sich flächendeckend nur modellieren.

Wahrheitsgemäße Aussagen zu den Emissionen lassen sich durch Emissionsmessungen gewinnen, denen aber bei flächenhaften Quellen die Prozessbeschreibungen zugrunde liegen, die auch in den Depositionsmodellen verwendet werden.

Während die Nutzung der genannten Datensätze zum Zwecke der Emissionsberichterstattung und zum Zwecke der Feststellung von critical-loads-Überschreitungen (vereinbarungsgemäß) als zweckmäßig und hinreichend angesehen wird und ihre Anwendung im Bereich der Politikberatung international akzeptiert und praktiziert wird, bestehen bei der Anwendung im Inland insbesondere bei der Verwendung in

Genehmigungsverfahren Zweifel. Es erscheint wesentlich, festzustellen, dass sich diese Bedenken nicht auf die generelle Vorgehensweise, sondern auf die erzielte Datenqualität und auf juristische Randbedingungen beziehen. Ungeachtet dieser Randbedingungen ist auf dem Weg zur Beurteilung der Anwendungsmöglichkeiten sowohl auf der Seite der Anforderungen (... die Streuung darf höchstens x betragen) als auch auf der Seite der Leistungen (... die Streuung bzw. Ungenauigkeit beträgt höchstens y) die erforderliche Auflösung oder Genauigkeit zu definieren.

6 Ausblick

Eine Verbesserung der Datengrundlage im Hinblick auf die Ableitung regionaltypischer Emissionsfaktoren setzt eine Verbreiterung und Verbesserung der Messungen voraus. Insbesondere erscheint es wünschenswert, dass Emissionsmessungen derart vorgenommen werden, dass man aus ihnen Anhaltspunkte für die Emissionsfaktoren ableiten kann: Sie müssen sinngemäß den Anforderungen von VDI 4280 genügen.

7 Literatur

- Achermann B, Bobbink R (2003): Empirical Critical Loads for Nitrogen. Expert Workshop., Berne, 11-13 November 2002. Proceedings. Environmental Documentation No. 164 Air, SAEFL, Berne. 327 S. <http://www.unece.org/env/documents/2003/eb/wg1/eb.air.wg1.2003.14.pdf>
- Bobbink R, Ashmore M, Braun S, Flückiger W, Van den Wyngaert IJ (2003): Empirical nitrogen critical Loads for natural and semi-natural ecosystems: 2002 update. Eds Achermann B, Bobbink R: Empirical Critical Loads for Nitrogen. Expert Workshop., Berne, 11-13 November 2002. Proceedings. Environmental Documentation No. 164 Air, SAEFL, Berne, 43-170. <http://www.icpmapping.org/html/manual.html>
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.Juli 2002. Gemeinsames Ministerialblatt 2002(25), 511-605
- Dämmgen U (2006) Beiträge zur Erstellung einer Stickstoff-Bilanz für das Land Hessen. Bericht über die Messungen 2001/2002/2003/2004 für das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden (in Vorbereitung)
- Dämmgen U, Erisman JW (2005) Emission, transmission, deposition and environmental effects of ammonia from agricultural sources. In: Kuczynski T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (Hrsg.) Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 97-112.
- Dämmgen U, Erisman JW, Cape JN, Grünhage L, Fowler D (2005) Practical considerations for addressing uncertainties in monitoring bulk deposition. Environmental Pollution 134, 535-548.

- Dämmgen U, Grünhage L, Haenel H-D, Jäger H-J (1993) Climate and Stress in Ecotoxicology. A Coherent System of Definitions and Terms. *Angewandte Botanik* 67, 157-162.
- Dämmgen U, Döhler H, Lüttich M, Eurich-Menden B, Osterburg B, Haenel H-D, Döring U, Strogies M (2006a) Die Analyse von Stickstoff-Flüssen in der Landwirtschaft zum Zweck der Politikberatung – eine Übersicht über Datenflüsse und Datenmanagement. Teil 1. Emissionen. *Landbauforsch Völkenrode Sonderheft* 291, 5-10.
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2006b) Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004. Methoden und Daten. *Landbauforsch Völkenrode Sonderheft* 291, 47-222.
- Dämmgen U, Scholz-Seidel C, Zimmerling R (2000) Die Qualität und örtliche Repräsentativität von Bulk-Depositions-Messungen. *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz (Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt)* 274 (2000), 130-177.
- EAGER (2005) European Agriculture Gaseous Emission Inventory Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.
- EEA – European Environment Agency (oJ) EUNIS habitats classification. http://glossary.eea.eu.int/EEAGlossary/E/EUNIS_habitats_classification
- Erisman JW, Draaijers GPJ (1995) Atmospheric deposition in relation to acidification and eutrophication. *Studies in Environmental Research* 63, Elsevier, the Netherlands.
- Erisman JW, Hensen A, Fowler D, Flechard C, Grüner A, Spindler G, Duyzer J, Weststrate H, Römer F, Vonk AW, van Jaarsveld H (2001). Dry deposition monitoring in Europe. *Water Air Soil Pollut Focus* 1(5/6), 17-27.
- Erisman JW, Vermeulen A, Hensen A, Flechard C, Dämmgen U, Fowler D, Sutton M, Grünhage L, Tuovinen J-P (2005) Monitoring and modelling of biosphere/atmosphere exchange of gases and aerosols in Europe. *Environmental Pollution* 133, 403-413
- Gauger Th, Anshelm F, Köble R (2000) Kritische Luftschadstoff-Konzentrationen und Eintragsraten sowie ihre Überschreitung für Wald und Agrarökosysteme sowie naturnahe waldfreie Ökosysteme. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU/UBA, FE-Nr. 297 85 079. Institut für Navigation, Universität Stuttgart. Teil 1: Deposition Loads. 140 p. - Teil 2: Critical Levels. 57 S. http://www.nav.uni-stuttgart.de/navigation/forschung/critical_loads/INS_UBA29785079_1.pdf
- Gauger Th, Anshelm F, Schuster H, Draaijers GPJ, Bleeker A, Erisman JW, Vermeulen AT, Nagel HD, (2002) Mapping of ecosystem specific long-term trends in deposition loads and concentrations of air pollutants in Germany and their comparison with Critical Loads and Critical Levels. Final Report on behalf of Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Berlin. BMU/UBA FE-No 299 42 210. Part 1: Deposition Loads 1990-1999. 207 p. Part 2: Mapping Critical Levels Exceedances. 104 p. Institut für Navigation der Universität Stuttgart. http://www.nav.uni-stuttgart.de/navigation/forschung/critical_loads/EB_29942210_T1.pdf
- Gauger Th (2005) Nationale Luftreinhaltestrategie – Umsetzung von EU-Anforderungen; Teilvorhaben 02: Aufbereitung, Nutzung und Weiterentwicklung nationaler, hochauflösender Datensätze zu Konzentrationen und Depositionen von Luftschadstoffen. Abschlussbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes UBA-FB 203 43 257/02. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Braunschweig. 24 S. zzgl. Anhänge.
- Gregor H-D (1999) Konzepte für die Luftreinhaltepolitik. In: Nagel H-D, Gregor H-D (Hrsg.) *Ökologische Belastungsgrenzen – Critical Loads & Levels*. Springer, Berlin. S. 1-15.
- Grünhage L, Dämmgen U, Erisman JW, Lüttich M, Hanelwald K, Jäger H-J, Freitag K, Baltrusch M, Liebl K (2002) Atmospheric nitrogen dynamics in Hesse, Germany: The challenge and its potential solution. *Landbauforschung Völkenrode* 52, 219-228
- Hass, H., van Loon, M., Kessler, C., Stern, R., Matthijsen, J., Sauter, F., Zlatev, Z., Langner, J., Foltescu, V., Schaap, M. (2003), *Aerosol Modelling: Results and Intercomparison from European Regional-scale Modelling Systems*, Special Rep. EUROTRAC-2 ISS, Garmisch Partenkirchen, Germany
- ICP Modelling and Mapping - Cooperative Programme on Modelling and Mapping of Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends (2004 ff.): Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends. ICP Modelling and Mapping. UBA-Texte 52/04. Ständig aktualisierte Version unter www.icpmodelling.org/
- Meesenburg H, Mohr K, Dämmgen U, Schaaf S, Meiwes KJ, Horváth B (2005) Stickstoff-Einträge und -Bilanzen in den Wäldern des ANSWER-Projektes : eine Synthese. *Landbauforsch Völkenrode Sonderheft* 279, 95-107
- Nagel H-D, Gregor H-D (1999) Ökologische Wirkungsschwellen und Grenzen der Belastbarkeit. In: Nagel H-D, Gregor H-D (Hrsg.) *Ökologische Belastungsgrenzen – Critical Loads & Levels*. Springer, Berlin. S. 17-41.
- Norm VDI 3869, Blatt 3 (2006) Messen von Ammoniak in der Außenluft. Probennahme in beschichteten Diffusionsabscheidern (Denudern). Photometrische bzw. ionenchromatographische Analyse. In Vorbereitung.
- Norm VDI 3869, Blatt 4 (2006) Messen von Ammoniak in der Außenluft. Probenahme mit Passivsammlern. Photometrische bzw. ionenchromatographische Analyse. In Vorbereitung.
- Norm VDI 4280, Bl. 1 (1995) Planung von Immissionsmessungen. Allgemeine Regeln. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Bd. 5. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- Posch M, Slootweg J, Hettelingh JP, (Hrsg.) (2005) European Critical Loads and Dynamic Modelling. CCE Status Report 2005. RIVM Report No. 259101016, MNP, Bilthoven, Niederlande. <http://www.rivm.nl/cce/publ/SR2005.jsp>
- Reidy B, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Hutchings NJ, Luesink HH, Menzi H, Misselbrook TH, Monteny G-J, Webb J (2006) Comparison of models used for the calculation of national NH₃ emission inventories from agriculture: liquid manure systems (in Vorbereitung)
- Roemer, M., Beekmann, M., Bergström, R., Boersen, G., Feldmann, H., Flatøy, F., Honore, C., Langner, J., Jonson, J.E., Matthijsen, J., Memmesheimer, M., Simpson, D., Smeets, P., Solberg, S., Stern, R., Stevenson, D., Zandveld, P., Zlatev, Z. (2003). Ozone trends according

- to ten dispersion models, Special Rep. EUROTRAC-2 ISS, Garmisch Partenkirchen, Germany
- Schaap M, Timmermans RMA, Sauter FJ, Roemer M, Velders GJM, Boesen GAC, Beck JP, Bultjes PJH (2005) The LOTOS-EUROS model: description, validation and latest developments. *Int J Environment and Pollution*, (im Druck)
- SRU – Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1994) Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Wirkung. Metzler-Poeschl, Stuttgart
- Sutton MA, Nemitz E, Erisman JW, Beier C, Butterbach-Bahl K, Cellier P, de Vries W, Cotrufo F, Skiba U, Di Marco C, Jones S, Laville P, Soussana JF, Loubet B, Twigg M, Famulari D, Whitehead J, Gallagher MW, Neftel A, Flechard CR, Herrmann B, Calanca PL, Mattsson ME, Schjoerring JK, Daemmgen U, Horvath L, Tang YS, Campbell C, Olesen JE, Dragosits U, Theobald MR, Levy P, Mobbs D, Milne R, Reid M, Viovy N, Vuichard N, Smith JU, Smith PE, P. Bergamaschi, Muller J, Fowler D (2006) Challenges in quantifying atmosphere biosphere exchange of nitrogen species. *Environmental Pollution*, eingereicht
- UBA – Umweltbundesamt (2005) - „Vorbelastungsdaten Stickstoff TA Luft Nr. 4.8 – Genehmigungsverfahren“ <http://osiris.uba.de/website/depo1/viewer.htm>
- Ulrich B (1983) Interaction of forest canopies with atmospheric constituents: SO₂, alkali and earth alkali cations and chloride. In: Ulrich B, Pankrath J (Hrsg.) *Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems*, Reidel, Dordrecht, The Netherlands. S. 33-45
- UNEP – United Nations Environmental Programme (2004) *The Nitrogen Cascade: Impacts of Food and Energy Production on the Global Nitrogen Cycle*. GEO Year Book 2003. UNEP, Nairobi. <http://www.unep.org/geo/yearbook/yb2003/087.htm>
- UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2005) http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/3473.php
- Van Loon M, Roemer M, Bultjes PJH (2004) Model inter-comparison in the framework of the review of the Unified EMEP model. TNO-Report R 2004/282.
- Van Loon M (2003a) Inter-model comparison for acidifying and eutrophying compounds - results of TNO inter-comparison study. http://www.emep.int/TFMM_review2003/Presentations/13_TFMM_vanLoon_partI.pdf
- Van Loon M (2003b) The results from the TNO inter-model comparison for ozone and PM. http://www.emep.int/TFMM_review2003/Presentations/21_TFMM_vanLoon_partII.pdf
- WGE - Convention on Long-range Transboundary Air Pollution Working - Group on Effects (2004) Review and assessment of air pollution effects and their recorded trends. Working Group on Effects, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Natural Environment Research Council, United Kingdom, 56 S.. <http://www.unece.org/env/wge/documents.htm>
- Zimmerling R, Dämmgen U, Haenel H-D (2000) Flüsse versauernd und eutrophierend wirkender Spezies zwischen Atmosphäre und Wald- und Forstökosystemen. *Landbauforsch Völknerode Sonderheft 213*, 95-127

NATIONALES EMISSIONSINVENTAR – TEILBERICHT LANDWIRTSCHAFT (CRF SEKTOR 4)*

Ulrich Dämmgen¹ und Ulrike Döring²

1 Beschreibung der Quellgruppe

Die Zuordnung der Emissionen zu den jeweiligen Emissionsquellen erfolgt nach den Berichtskategorien CRF (Common Reporting Format, IPCC) bzw. NFR (Nomenclature for Reporting, UNECE / EMEP).

Zur Quellgruppe 4 „Landwirtschaft“ gehören in Deutschland die Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung (4.A), aus der Behandlung von Wirtschaftsdüngern (4.B) und aus den landwirtschaftlichen Böden (4.D).

Emissionen aus dem Reisanbau (4.C) kommen in Deutschland nicht vor, Brandrodung (4.E) wird in Deutschland nicht praktiziert (NO). Das Verbrennen von Ernterückständen auf dem Feld (4.F) ist in Deutschland untersagt, wobei sich die genehmigten Ausnahmen nicht erfassen lassen. Sie werden als irrelevant angesehen (NO).

Die deutschen Inventare der Gase Methan (CH₄), Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC), Kohlenstoffdioxid (CO₂), Ammoniak (NH₃), Distickstoffoxid (N₂O) und Stickstoffmonoxid (NO) aus landwirtschaftlichen Quellen wurden unter Nutzung der jeweiligen Handbücher (UN ECE: EMEP, 2003; IPCC Guidelines: IPCC, 1996b; IPCC Good Practice Guidance: IPCC-GPG, 2000) sowie nach weiteren dokumentierten Quellen erstellt. Die Kenntnis der Emissionen von Distickstoff (N₂) ist für die Berechnungen der dem Boden zugeführten N-Mengen und so für die Bestimmung indirekter Emissionen erforderlich. Diese Emissionen wurden berechnet; über sie wird jedoch nicht berichtet.

Die CO₂-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden als Folge von Düngeranwendungen (Kalkung) werden mit den in diesem Kapitel beschriebenen Datensätzen errechnet und unter CRF 5.D berichtet.

2 Herkunft der Aktivitätsdaten

Aktivitätsdaten werden, soweit vorhanden, der offiziellen deutschen Agrarstatistik entnommen. Für

jedes zweite Jahr stehen die Ergebnisse der vollständigen Tierzählung für die deutschen Kreise zur Verfügung, für die dazwischen liegenden Jahre sind nur Tierzahlen für die einzelnen Bundesländer vorhanden. Die Tierzählungen umfassen alle Rinder, alle Schweine, Pferde, Schafe und alles Geflügel. Die Daten der vorletzten Tierzählung (2001) sind für mit einer räumlichen Auflösung von Landkreisen verfügbar. Die Datensätze sind aus Gründen des Datenschutzes unvollständig. Hoch aufgelöste Daten für 2003 liegen noch nicht vor.

Tierzahlen für Ziegen, Esel und Maultiere sowie Pelztiere und Büffel werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst. Hinweise auf die Größenordnung der Tierzahlen sind verfügbar. Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) schätzt die Ziegenzahlen. Diese Zahlen werden für das Inventar verwendet. Für Esel und Maultiere beläuft sich die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tiere auf etwa 6000 bis 8000 Esel und ca. 500 Maultiere und Maulesel (DÄMMGEN et al., 2006). Die Emissionen werden als vernachlässigbar betrachtet (NE). Die Zahlen für Pferde werden nur teilweise durch die amtlichen Tierzählungen erfasst und fallen vermutlich zu niedrig aus; sie wurden teilweise korrigiert (DÄMMGEN, 2005). Die Zahlen für Schafe müssen für manche Jahre korrigiert werden (siehe DÄMMGEN, 2005). Die Zahlen für Pelztiere zur Berechnung der NH₃-Emissionen wurden einmalig für das Jahr 2000 durch BMVEL bei den einzelnen Bundesländern nachgefragt und teilweise geschätzt. CH₄- und N₂O-Emissionen werden für Pelztiere (CRF Kategorie „Others“) mangels entsprechender Rechenverfahren nicht quantifiziert (NE). Die Zahlen für Büffel wurden von Deutschen Büffel-Verband zur Verfügung gestellt.

Die verwendeten Tierzahlen für Kälber und Aufzuchtferkel weichen von den aggregierten Zahlen der Offizialstatistik ab.

* Auszugsweise Wiedergabe des Textes des Nationalen Emissionsinventars

¹ Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

² Umweltbundesamt, Fachgebiet I 4.6 „Emissionssituation“, Postfach 1406, 06813 Dessau

Vollständige Flächennutzungsdaten werden in Deutschland alle vier Jahre erhoben. Die Flächen dienen in den Inventaren einmal als Aktivitäten, Flächen und Erträge aber insbesondere auch als Eingangsdaten für die Modellierung von wichtigen Parametern zur Beschreibung von Haltungsverfahren und Wirtschaftsdünger-Management (siehe unten). Die Daten der letzten Erhebung (2003) liegen nicht in verwertbarer Form (d.h. auf Kreisebene) vor. Sie wurden nicht berücksichtigt.

3 Herkunft der die Emissionsfaktoren bestimmenden Variablen

Zahlreiche wichtige Größen, die für die Berechnung von Emissionen nach einem Tier-2-Verfahren benötigt werden, sind nicht in den offiziellen Statistiken verfügbar. Sie wurden der allgemein verfügbaren Literatur, Veröffentlichungen von Verbänden oder Regelwerken für die landwirtschaftliche Beratung in Deutschland entnommen.

Wichtige Parameter, die die Haltung von Tieren, die Lagerung der Wirtschaftsdünger und ihre Ausbringung betreffen, wurden modelliert. Die Ausgangsdaten hierfür werden durch Befragungen erhoben und in Sonderauswertungen statistischer Daten gewonnen.

Die Berechnungsmethoden und die Bereitstellung der Aktivitätsdaten sind in DÄMMGEN et al. (2005) ausführlich beschrieben.

4 Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung (4.A)

Im Bereich der Tierhaltung sind die CH₄-Emissionen aus der Fermentation bei der Verdauung (4.A) zu berichten. Mikrobielle Umsetzungen insbesondere von Cellulose im Magen von Wiederkäuern setzen CH₄ frei. Die pro Tier und Zeiteinheit abgegebenen Mengen sind von der Tierart, der individuellen Leistung der Tiere und der Nahrungszusammensetzung abhängig.

Die Quellgruppe 4.A Fermentation bei der Verdauung ist im ZSE in die Hauptkategorien Rinder, Schafe und Ziegen, Pferde, Esel und Maultiere, Schweine und Büffel unterteilt. Deutschland unterteilt die Hauptkategorien Rinder, Schweine und Pferde in Subkategorien (siehe Tabelle 2).

Die Kategorie CRF 4.A.1 „Cattle“ setzt sich aus Milchkühen („dairy cows“) und den aggregierten Tierzahlen anderer Rinder („other cattle“) zusammen. Die Gruppe der anderen Rinder bildet ein Aggregat aus Kälbern, Färsen, Mastbullen, Mutterkühen und Zuchtbullen.

Bei Pferden (CRF 4.A.6) werden Großpferde und Kleinpferde unterschieden. Über Esel und Maultiere wird nicht berichtet.

Das deutsche Inventar gliedert die Kategorie CRF 4.A.8 „Schweine“ nach Sauen, Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Ebern.

Die Emissionen aus der Verdauung bei der Geflügelhaltung werden nicht berechnet, da keine Methode bekannt ist (NA).

Die Zuordnung der in der Officialstatistik erfassten Tierzahlen zu Subkategorien ist in einigen Fällen nicht direkt möglich. Die Zuordnung wird in DÄMMGEN et al. (2006) im Einzelnen näher beschrieben.

4.1 Beschreibung der Quellgruppe

Innerhalb der Quellgruppe Fermentation bei der Verdauung (4.A) ist die Kategorie „Milchkühe“ (4.A.1.a) nach der Emissionshöhe eine Hauptquellgruppe; die Kategorie „übrige Rinder“ (4.A.1.b) ist eine Hauptquellgruppe nach Emissionshöhe und Trend.

Deutschland berichtet über die Emissionen von CH₄ aus der Fermentation bei der Verdauung bei der Haltung von Milchkühen, anderen Rindern (Kälbern, Färsen, Bullen, Mutterkühen und Zuchtbullen), Schweinen, Schafen, Ziegen, Pferden und Büffeln. Für die Behandlung von Geflügel fehlen Methoden (NA); die hier entstandenen Mengen werden in Übereinstimmung mit IPCC (IPCC, 1996b, Chapter 4, Tab. A-4) als vernachlässigbar angesehen und nicht berechnet (Eintrag: NO).

4.2 Methodische Aspekte (4.A)

Zur Bestimmung der bei der Fermentation auftretenden Emissionen werden zwei unterschiedlich detaillierte Methoden vorgeschlagen, eine einfache, mit konstanten Emissionsfaktoren auf der Grundlage von international anerkannten Schätzwerten (Tier-1-Verfahren) und eine den Emissionsprozess abbildende Methode, die zu variablen Emissionsfaktoren (in Abhängigkeit von Ort und Zeit) führt (Tier-2-Verfahren).

Prinzipiell werden die Emissionen nach beiden Verfahren in folgenden Schritten berechnet:

1. Ermittlung hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Emissionen homogener Tierbestände (Tierkategorien, Subkategorien)
2. Ermittlung der Aktivitätsdaten, d.h. der jeweils relevanten Tierzahlen nach Tierart (Hauptkategorie) und alters-, geschlechts- und gewichtsbezogener Subkategorie
3. Ermittlung der Emissionsfaktoren je relevanter Kategorie
4. Berechnen der Gesamtemissionen

Tabelle1: CH₄-Emissionen E_{CH₄} aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung)

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ CH ₄]														
E _{CH₄}	1,16	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,96	0,95	0,95	0,94	0,95	0,92	0,91	0,88

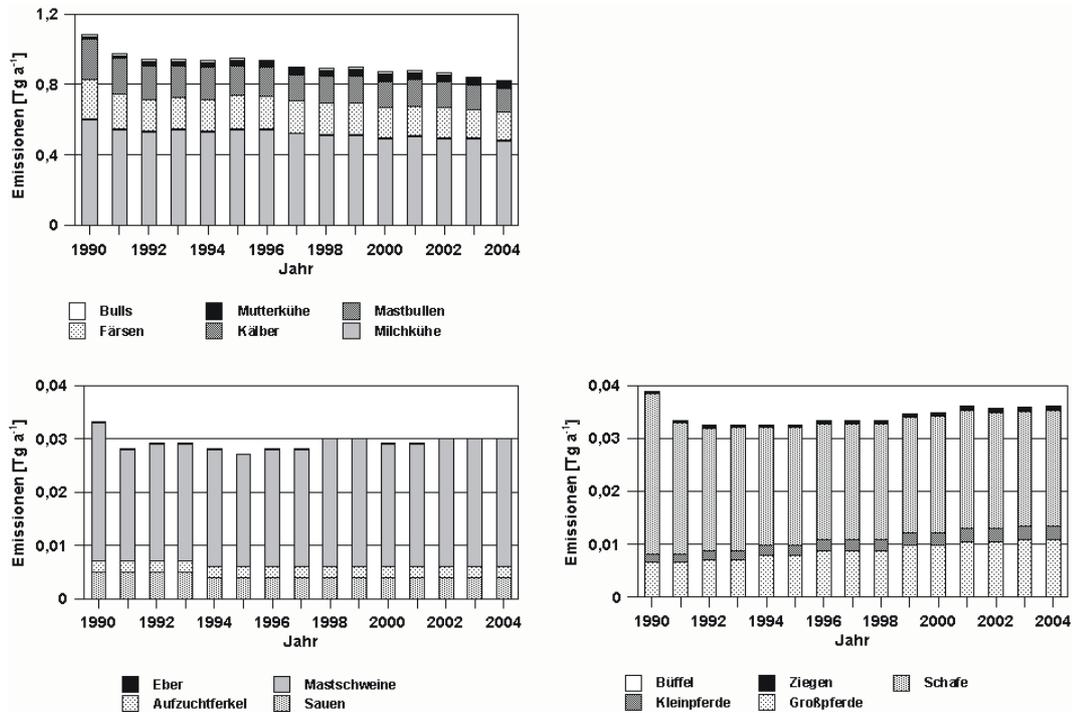


Abbildung 1: Zeitreihen der CH₄-Emissionen E_{CH₄} (Fermentation bei der Verdauung) der betrachteten Tierkategorien. Oben links: Rinder; unten links: Schweine; unten rechts: Pferde, Schafe, Ziegen und Büffel

IPCC-GPG (2000) sieht die detailliertere Methode (Tier 2) vor, wenn ein Land die Methan-Emissionen aus der Tierhaltung als Hauptquellgruppe für seine Inventare ausgewiesen hat.

Das Tier-2-Verfahren erfordert die differenzierte Charakterisierung der Tierbestände. Hat eine Subkategorie einen signifikanten Beitrag an den verdauungsbedingten Methan-Emissionen, müssen diese nach einem Tier-2-Verfahren ermittelt werden. Das bedeutet, dass ein landesspezifischer bzw. regionspezifischer und zeitabhängiger Emissionsfaktor für diese Tiere aus einer entsprechend variablen Bruttoenergie-Aufnahme nach der folgenden Gleichung ermittelt werden soll:

$$EF_i = \frac{GE \cdot x_m \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}} \quad (Gl. 1)$$

mit EF_i Emissionsfaktor für jede Subkategorie i [%]
 GE Bruttoenergieaufnahme [MJ Tier⁻¹ d⁻¹]

x_m Methankonversionsrate (der Anteil der Bruttoenergie, der in Methan umgewandelt wird [MJ MJ⁻¹])
 α Umwandlungsfaktor (365 d a⁻¹)
 η_{CH₄} Energiegehalt von Methan (55,65 MJ (kg CH₄)⁻¹)

Dabei berechnet sich die Bruttoenergieaufnahme aus der detaillierten Charakterisierung des Viehbestands und die Methan-Konversionsrate aus IPCC-GPG (2000: Tabelle 4-8) bzw. aus nationalen Daten. Da der Methan-Konversionsrate x_m (IPCC: Y_m) eine wichtige Treibergröße in dieser Gleichung darstellt, sollte auch für diese eine Differenzierung nach Tierart, Alter/Gewicht und Fütterung vorhanden sein.

Die Werte sind in IPCC (1996) gegeben. Für Kälber wurden nationale Werte verwendet.

Die Gesamtemissionen werden anschließend folgendermaßen ermittelt:

$$E_{CH_4} = \beta \cdot \sum EF_i \cdot n_i \quad (Gl. 2)$$

mit: E_{CH₄} Methan-Emissionen [Gg a⁻¹]

- EF_{i,CH_4} Emissionsfaktor für jede Subkategorie i [$kg\ Tier^{-1}\ a^{-1}$]
 n_i Populationsgröße jeder Subkategorie i [Anzahl Tiere]
 β Umwandlungsfaktor [$10^6\ kg\ Gg^{-1}$]

In der Analyse der Hauptquellgruppen in der Landwirtschaft wurden die CH_4 -Emissionen der Milchkühe und der sonstigen Rinder in der Kategorie 4.A „Fermentation bei der Verdauung“ als Hauptquellgruppen identifiziert. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer differenzierten Charakterisierung des Tierbestandes.

Die Berechnung der Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management mit Hilfe eines Tier-2-Verfahrens setzt voraus, dass die Eingangsdaten (hier die Ausscheidung von volatile solids, VS, und von Stickstoff) detailliert berechnet werden. Da die Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-

Management bei Schweinen eine Hauptquellgruppe darstellen, müssen auch für diese Tierkategorie die Emissionen aus der Verdauung nach dem Tier-2-Verfahren berechnet werden.

4.2.1 Charakterisierung der Tierbestände

Der Tierbestand wird in Haupt- und Subkategorien unterteilt, für die Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren gleichermaßen zur Verfügung stehen.

Eine Disaggregation erfolgt dabei stets, wenn zwischen den Emissionsfaktoren signifikante Unterschiede vorliegen. Ein Vergleich der deutschen Unterkategorien mit den IPCC-Vorschlägen ist in Tabelle 2 gegeben.

Tabelle 2: Detaillierte Charakterisierung der Tierbestände nach IPCC und die in Deutschland vorgenommene Einteilung

	IPCC-Hauptkategorien	IPCC-Subkategorien	Deutschland
Rinder	Milchkühe	Unterteilung in zwei oder mehr Leistungsklassen	Milchkühe, leistungs- und fütterungsabhängige Erfassung für jeden Landkreis
	Ausgewachsene sonstige Rinder	männlich/weiblich Mast und Remontierung	Mutterkühe, Zuchtbullen
	Jungtiere	Färsen, Kälber, männliche Jung-rinder	Kälber, männliche und weibliche Jung-rinder (Färsen und Mastbul-len)
Schweine	Sauen	Tragende Sauen Ferkelnde Sauen	Sauen (inklusive Saugferkeln)
	Eber	—	Eber
	Jungtiere	Gesäugte Ferkel Wachsende Jungtiere Schlacht reife Tiere	Aufzuchtferkel, Mastschweine
Schafe	Mutterschafe	Tragende Schafe Milchschafe	Schafe, Mutterschafe, Lämmer
	Schafe >1 Jahr Jungtiere	— Männliche Tiere, kastrierte Tiere, weibliche Tiere	
sonstige	Pferde, Geflügel, Ziegen, Esel, Maultiere, Kamele, Pelztiere, etc.	—	Pferde (Großpferde und Klein-pferde), Geflügel (Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen, Junghennen, Gänse, Enten, Pu-ten), Ziegen, Pelztiere, Büffel

Spalten 1 und 2 nach IPCC (2000)

4.2.1.1 Tierzahlen

Wesentliche Grundlage der Aktivitätsdaten sind die Tierzählungen der Jahre 1990, 1992, 1994, 1996,

1999, 2001 und 2003. Eine Interpolation der Tierzahlen zur Beschreibung der Jahre ohne Tierzahlen fand nicht statt; stattdessen wurden die Tierzahlen jeweils fortgeschrieben (LÜTTICH et al., 2006).

Lücken, die bei den Neuen Bundesländern für die Jahre 1990 bis 1993 auftraten, wurden durch Expertenschätzungen geschlossen.

4.2.1.2 *Milchkühe*

Bei den Milchkühen gibt die Offizialstatistik Auskunft über Schlachtkörpergewichte, aus denen Lebendgewichte abgeleitet werden können. Die Milchleistung wird öffentlichen Statistiken auf Kreisebene entnommen. Milchfett- und Milcheiweiß-Gehalte werden von Verbänden veröffentlicht (räumliche Auflösung: Bundesländer). Die relevanten Variablen zur Haltung (hier Dauer des Weidegangs) wurden auf der Basis von Daten außerhalb der Offizialstatistik (Befragungen und Sonderauswertungen) modelliert.

4.2.1.3 *Andere Rinder*

Bei Rindern außer Milchkühen wird zwischen Kälbern, weiblichen und männlichen Masttieren (Färsen und Mastbullen), Mutterkühen und Zuchtbullen unterschieden. Deren Schlachtkörpergewichte werden der Offizialstatistik entnommen und auf Lebendgewichte umgerechnet. Für Zuchtbullen wurden konstante Gewichte aus der Literatur entnommen. Einzelheiten zur Fütterung und Leistung wurden landwirtschaftlichen Standardwerken entnommen und mit Experten diskutiert. Alle weiteren anderen Variablen wurden wie bei den Milchkühen modelliert. Die unter „weibliche Mastkühe“ aufgeführten Tiere dienen je nach Marktlage zur Remontierung oder zum Schlachten. Remontierungskühe und Schlachttiere unterscheiden sich hinsichtlich Fütterung und Haltung nicht.

Die in der Tierzählung verwendete Charakterisierung der Bestände hinsichtlich Alter und Gewicht entspricht nicht den verfügbaren Daten zum Energiehaushalt und zur Fütterung. Die in der Tierzählung ausgewiesenen Kälber werden nur etwa zur Hälfte als Kälber im Sinne des Inventars angesehen. Die andere Hälfte wird auf Färsen und Mastbullen aufgeteilt.

4.2.1.4 *Schweine*

Bei Schweinen wird zwischen Sauen, Aufzuchtferkeln, Mastschweinen und Ebern unterschieden. Die zur Beschreibung notwendigen Einzelheiten wurden von Züchterverbänden und von der Futtermittelindustrie erhalten. Fehlende Daten für die Neuen Bundesländer für die Zeit nach 1990 wurden in Expertengesprächen ermittelt.

4.2.1.5 *Pferde*

Die Anzahl der Pferde wurde wegen der Eigenarten der deutschen Tierzählungspraxis korrigiert (DÄMMGEN, 2006). Diese Korrektur berücksichtigt die Großpferde und Kleinpferde getrennt. Großpferde und Kleinpferde unterscheiden sich hinsichtlich ihres Energie- und Futterbedarfs. Für Deutschland typische Verhältnisse wurden aus der Literatur abgeleitet und verwendet (siehe DÄMMGEN et al., 2006).

4.2.1.6 *Schafe*

Die Zahlen der Schafe mussten korrigiert werden (DÄMMGEN, 2006). Dazu war es notwendig, Lämmer und übrige Schafe getrennt zu betrachten.

4.2.1.7 *Alle anderen Tiere*

Bei allen anderen Tieren, die nach dem Tier-1-Ansatz berechnet werden, sind weitere Unterteilungen nicht notwendig. Default-Emissionsfaktoren für Subkategorien existieren nicht. Sie sind auch nicht sinnvoll anzuwenden, wenn die entsprechenden nationalen Daten nicht verfügbar sind. Detaillierte Daten über Tierbestände (national und auf Bundeslandebene) und zusätzliche Informationen sind in LÜTTICH et al. (2005) zu finden.

4.2.2 *Berechnung der CH₄-Emissionen aus der Milchkuh-Haltung*

Zur Bestimmung des Emissionsfaktors wird der in IPCC (1996b) vorgeschlagene Ansatz verwendet. Das Körpergewicht wird aus Schlachtkörperdaten berechnet (Auflösung: Bundesländer und Jahre). Die Erhaltungsenergie wird hieraus unter Verwendung des in Deutschland üblichen konstanten Faktors berechnet. Die Energie für die Nahrungsaufnahme lässt sich aus den Weidegangzeiten (Auflösung: Bundesländer und Jahre) ableiten. Die Milchleistung ist für (nahezu) jeden Kreis und jedes Jahr erhältlich. Die Milchfettgehalte werden den Berichten der Verbände entnommen (Auflösung: Bundesländer und Jahre). Bei Milchkühen wird angenommen, dass die Gewichtszunahme während dieses Lebensabschnitts vernachlässigbar ist. Die Verdaulichkeit wurde als Funktion der Leistung bei typischer Fütterung formuliert (nationale Daten; Auflösung: Kreise und Jahre).

Das nach Bundesländern gewichtete Mittel der Milchleistung liegt für Deutschland bezogen auf das Basisjahr 1990 bei 12,9 kg Tier⁻¹ d⁻¹ und weicht somit geringfügig von dem für Westeuropa angenommenen Wert von 11,5 kg Tier⁻¹ d⁻¹ in IPCC (IPCC, 1996b: Table A-1) ab. Für 2004 beträgt dieser Wert 18,0 kg Tier⁻¹ d⁻¹. Dieser Unterschied ist

erheblich. Alle Informationen sind in LÜTTICH et al. (2006) zusammengestellt.

Die CH_4 -Emissionsfaktoren in Deutschland bewegen sich zwischen $77 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ (1990) und $116 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ (2004); sie liegen im nationalen Mittel bei $94,8 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ (1990) und $111,7 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ (2004). Eine detaillierte Übersicht der verwendeten Emissionsfaktoren findet sich in LÜTTICH et al. (2006), ihr Zustandekommen ist in DÄMMGEN et al., 2006) beschrieben.

4.2.3 Berechnung der CH_4 -Emissionen aus der Haltung anderer Rinder (Kälber, Färsen, Mastbulle, Mutterkühe, Zuchtbullen)

Für die Berechnung des Energie- und Futterbedarfs wachsender Tiere werden die den Lebensabschnitt bestimmenden Größen (Anfangs- und Endgewicht und Gewichtszunahme bzw. Dauer des Lebensabschnitts) benötigt. Sie werden aus Schlachtstatistiken, Veröffentlichungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie und Standardwerken der landwirtschaftlichen Planung gewonnen oder abgeleitet. Wenn nationale Daten nicht verfügbar waren, wurden Default-Werte nach IPCC (1996b) verwendet. Es wurde berücksichtigt, dass saugende Kälber keine Wiederkäuer sind. Die Methan-Konversionsrate wurde entsprechend niedriger gewählt. Zu den die Emissionsfaktoren bestimmenden Größen und den resultierenden Emissionsfaktoren siehe LÜTTICH et al. (2006), zu den Einzelheiten ihrer Ableitung DÄMMGEN et al. (2006).

Die Emissionen aus der Haltung von Mutterkühen und Zuchtbullen werden nach dem Tier-2-Verfahren unter Annahme konstanter Gewichte aus dem Energiebedarf berechnet.

Es ergeben sich folgende mittlere Emissionsfaktoren für das Jahr 2004:

Tabelle 3: CH_4 -Emissionsfaktoren IEF_{CH_4} aus der Haltung von Rindern außer Milchkühen (Fermentation bei der Verdauung) (2004)

Unterkategorie	$IEF_{\text{CH}_4} [\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4]$
Kälber	3,8
Färsen	33,5
Mastbulle	53,8
Zuchtbullen	56,7
Mittelwert	38,5
IPCC-Default	48

4.2.4 Berechnung der CH_4 -Emissionen aus der Verdauung bei Sauen und wachsenden Schweinen (Aufzuchtferkel, Mastschweine) sowie Ebern

Die Berechnung der Emissionen der Sauen setzt die Kenntnis der Anzahl und des Gewichtes der aufgezogenen Ferkel voraus. Hierbei wird auf Informationen der Züchterverbände und auf Expertenwissen zurückgegriffen. Der Energie- und Futterbedarf wachsender Tiere wird durch Anfangs- und Endgewicht und Gewichtszunahme bzw. Dauer des Lebensabschnitts bestimmt. Diese Daten werden aus Veröffentlichungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, der Züchterverbände und Standardwerken der landwirtschaftlichen Planung gewonnen oder abgeleitet.

Die Zahl der in der Statistik angegebenen Ferkel wird für dieses Inventar auf Saugferkel und Aufzuchtferkel aufgeteilt. Die Saugferkel werden mit den Sauen abgebildet, die Aufzuchtferkel werden gesondert berechnet.

Die besondere Situation Deutschlands unmittelbar nach 1990 hatte zur Folge, dass eine Reihe statistischer Daten nicht erhoben wurde. So waren detaillierte Informationen zur Schweinehaltung in den Neuen Bundesländern zwischen 1990 und 1996 spärlich oder nicht vorhanden. Sie wurden in Expertengesprächen ermittelt. Nationale Daten waren schließlich durchgängig vorhanden. Sie sind der Zusammenstellung in LÜTTICH et al. (2006) zu entnehmen, die Berechnung der Tierzahlen und die Ableitung oder Anpassung der Methoden in DÄMMGEN et al. (2006).

Die Emissionen aus der Eberhaltung wurden aus dem Energiebedarf bei Annahme eines konstanten Gewichts von 120 kg Tier^{-1} berechnet.

Die für 2004 resultierenden Daten sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 4: CH_4 -Emissionsfaktoren IEF_{CH_4} aus der Haltung von Schweinen (Fermentation bei der Verdauung) (2004)

Unterkategorie	$IEF_{\text{CH}_4} [\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4]$
Sauen	1,7
Aufzuchtferkel	0,41
Mastschweine	1,4
Zuchteber	1,5
Mittelwert	1,3
IPCC-Default	1,5

4.2.5 Berechnung der CH₄-Emissionen aller anderen Säugetiere (Schafe, Ziegen, Pferde, Büffel)

Für alle anderen Säugetiere wurde das Tier-1-Verfahren entsprechend angewendet:

$$E_{\text{CH}_4,i} = EF_i \cdot n_i \quad (\text{Gl. 3})$$

mit $E_{\text{CH}_4,i}$ CH₄-Emission einer Kategorie [kg a⁻¹ CH₄]
 i Tierkategorie
 EF_i Emissionsfaktor für eine Kategorie i [kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄]
 n_i Anzahl der Tiere in einer Kategorie i [Tiere]

Für jede Tierart wurden die Default-Werte (Emissionsfaktoren) nach IPCC (1996b: Kap. 4) eingesetzt:

Tabelle 5: Emissionsfaktoren: Default-Werte (EF_d) nach IPCC und in diesen Bericht verwendete resultierende Emissionsfaktoren (IEF)

Tierkategorie	EF_d nach IPCC (1996b, Kap. 4) [kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]	IEF nach Anwendung nationaler Datensätze [kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]
Schafe	8 (Table 4-3)	
Ziegen	5 (Table 4-3)	
Pferde	18 (Table 4-3)	16,4
Büffel	55 (Table 4-3)	

Deutschland berichtet aus den zuvor diskutierten Gründen nicht die Emissionen von Eseln und Maultieren (NE).

4.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.A)

4.3.1 Relevante Tierzahlen

Die Unsicherheiten der Tierzahlen pro Klasse (mit Ausnahme der Pferde) liegen in der Größenordnung von weniger als 6 % (DÄMMGEN, 2006). Für die Neuen Länder wurden die Tierzahlen und ihre regionale Verteilung für die Jahre 1990 und 1991 mit dem Modell RAUMIS (HENRICHSMEYER et al., 1996) berechnet, das regionale Daten für landwirtschaftliche Produktionsprozesse und Produkte liefert. Da die Datenquellen mit den Jahren nicht variieren, wird die Zeitreihe als im Wesentlichen konsistent betrachtet.

Im Jahr 1998 wurde das Agrarstatistikgesetz geändert. Hiermit änderten sich die Erhebungsgrundlagen für die Ermittlung der Tierzahlen zum Teil erheblich. Auswirkungen werden vor allem auf die Anzahl der Pferde und der Schafe beobachtet. Für eine einheitliche Beschreibung der Zeitreihe wurden daher Korrekturfaktoren abgeleitet. Die Ableitung der Korrekturen wird in DÄMMGEN (2006) beschrieben.

Es ist davon auszugehen, dass die Zahl der Pferde in Deutschland etwa doppelt so hoch ist wie die entsprechenden Zahlen der Agrarstatistik, da ein großer Teil der Pferde nicht in landwirtschaftlichen Betrieben gehalten wird (Freizeitpferde). Die Pferdezahlen sind somit systematisch falsch.

Bei den Schafen rührt die Versetzung in der Zeitreihe daher, dass die Zählung im Mai auch Lämmer umfasst, die Zählung im Dezember dagegen nicht.

4.3.2 Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten der Methan-Emissionsfaktoren liegen in der Größenordnung von 30 % (EMEP, 2000: Kapitel B1040-6). Ungenau sind hierbei der Methan-Umwandlungsfaktor (für Rinder 0,06 ± 0,005, d.h. 10 %, siehe IPCC, 1996b) und die tatsächliche Rationsgestaltung, insbesondere bei Rindern.

4.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.A)

Die Daten werden auf Transkriptionsfehler zwischen den Originaldaten und den Kalkulationstabellen überprüft und auf Fehler bezüglich der Einheiten und Größenordnungen untersucht. Zukünftige QK/QS-Verfahren setzen die bessere Auflösung der Aktivitätsdaten (insbesondere Daten zur Fütterung auf Kreisebene) voraus. Darüber hinaus sollen die Emissionsfaktoren, soweit sie nicht vertraulich zu behandeln sind, über die Emissionsfaktoren-Datenbank (GEREF, GERman Emission Factor Database) öffentlich zur Verfügung gestellt werden. Experten können diese somit begutachten und Stellung dazu nehmen.

Unter Verwendung der im *Data Locator* des UNFCCC-Sekretariats zur Verfügung gestellten resultierenden mittleren Emissionsfaktoren (Implied Emission Factors) benachbarter Länder zeigt sich im Vergleich, dass Deutschland im mittleren Bereich der Spannbreite liegt.

Das vorliegende Inventar gibt zu nahezu allen Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren oder Daten, die zur Berechnung von Emissionsfaktoren dienen, erstmals Fehler bzw. Unsicherheiten an.

Der landwirtschaftliche Teil des Emissionsinventars wurde im Jahr 2004 in einem bilateralen Überprüfung durch finnische Experten überprüft und als im Wesentlichen vollständig und den Regeln der Wissenschaft entsprechend eingestuft (LECHTENBÖHMER et al., 2005). Zum gleichen Ergebnis kam der In-Country-Review durch UNFCCC (UNFCCC, 2005). Die beanstandeten Mängel (Verwendung von Tier-1-Verfahren bei der Berechnung der Emissionen aus der Rinderhaltung; Fehlen der Berechnungen für Ziegen) wurden im vorliegenden Inventar beseitigt.

Tabelle 6: Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen verschiedener Länder im Vergleich des Implied Emission Factor (IEF)

Land	IEF _{CH₄} (berechneter EF) [kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]
Österreich	103
Tschechische Republik	68
Dänemark	118
Deutschland	111,7
Frankreich	103
Niederlande	82
Vereinigtes Königreich	121

Quelle: CRF-Daten der einzelnen Länder für 2003

IEF: berechneter Emissionsfaktor aus Emission und Milchkuhbestand. Angaben für D für das Jahr 2004, Daten anderer Länder für 2003.

4.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.A)

Die vorläufigen Zahlenangaben (Tierzahlen) für 2003 wurden in den meisten Fällen durch endgültige ersetzt. Beim Geflügel wurden Datensätze für die Tierzahlen der Jahre 2000 bis 2004, die aus Modellrechnungen in RAUMIS hervorgegangen waren, durch Daten der Tierzählungen ersetzt.

Tabelle 7: Vergleich der im NIR 2005 und dem NIR 2006 verwendeten mittleren CH₄-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Milchkühe.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]														
NIR 2005	94,3	94,6	96,3	97,1	97,2	98,2	98,7	99,1	99,8	101,0	101,9	102,7	102,9	103,0	
NIR 2006	94,8	95,7	99,1	101,6	101,3	102,3	103,3	103,3	104,9	106,6	108,1	110,1	109,9	111,6	111,7

Tabelle 8: Vergleich der im NIR 2005 und dem NIR 2006 verwendeten mittleren CH₄-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier andere Rinder.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]														
NIR 2005	72,6	73,1	72,9	72,8	73,0	73,0	73,2	73,6	74,0	73,1	73,2	73,3	73,4	73,5	
NIR 2006	37,5	37,7	38,1	38,4	38,5	38,3	38,1	38,0	38,2	38,4	38,8	39,2	38,9	38,8	38,5

Bei Milchkühen, Kälbern, Färsen und Mastbulen wurde erstmals das Tier-2-Verfahren angewendet. Ein schwerwiegender Übertragungsfehler wurde damit unwirksam. Über Zuchtbullen wurde erstmalig berichtet. Dadurch ergaben sich Änderungen der Emissionsfaktoren (vgl. Tabellen 7 und 8).

Die Berechnungen der Emissionen aus der Verdauung bei Schweinen wurden an disaggregierten Beständen nach dem Tier-2-Verfahren durchgeführt. Hierbei ergab sich die Notwendigkeit, emissionsklärende Variablen zu berücksichtigen. Es ergaben sich Änderungen des Emissionsfaktors (Tabelle 9).

Die Emissionen aus der Verdauung bei Pferden wurden unter Berücksichtigung korrigierter Pferdezahlen für Groß- und Kleinpferde getrennt ermittelt. Die resultierenden Emissionsfaktoren sind damit zeitlich und örtlich variabel geworden. Die resultierenden Emissionsfaktoren gehen aus Tabelle 10 hervor.

Hieraus ergeben sich insgesamt deutlich andere Emissionen von CH₄ aus der Fermentation bei der Verdauung für die zurückliegenden Jahre. Die Änderungen gehen aus Tabelle hervor.

4.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.A)

Die Basis für die Daten außerhalb der Offizialstatistik ist in einigen Bereichen (z.B. Rationsgestaltung) unbefriedigend. Es soll versucht werden, in Deutschland ein Verfahren zu etablieren, das die Beschaffung derartiger Daten durch Erweiterung der Agrarstatistik oder durch Befragungen gewährleistet.

Die rechtzeitige Verfügbarkeit vollständiger Daten der Offizialstatistik soll durch Einführung des Klimaberichterstattungsgesetzes verbessert werden.

Tabelle 9: Vergleich der im NIR 2005 und dem NIR 2006 verwendeten mittleren CH₄-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Schweine.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]														
NIR 2005	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
NIR 2006	1,19	1,17	1,19	1,20	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,26	1,26	1,26	1,27	1,27	1,27

Tabelle 10: Vergleich der im NIR 2005 und dem NIR 2006 verwendeten mittleren CH₄-Emissionsfaktoren aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung), hier Pferde

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄]														
NIR 2005	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
NIR 2006	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,5	16,5	16,3	16,3	16,4	16,4

Tabelle 11: Vergleich der im NIR 2005 und dem NIR 2006 berechneten Summen der CH₄-Emissionen aus der Tierhaltung (Fermentation bei der Verdauung). Angaben für Deutschland.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ CH ₄]														
NIR 2005	1,63	1,44	1,38	1,35	1,36	1,36	1,35	1,32	1,30	1,29	1,26	1,28	1,23	1,20	
NIR 2006	1,16	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,96	0,95	0,95	0,94	0,95	0,92	0,91	0,88

5 Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

5.1 Beschreibung der Quellgruppe

Die Quellgruppe Wirtschaftsdünger-Management (4.B) stellt eine Hauptquellgruppe für Rinder und Schweine in Bezug auf CH₄ dar, für Milchkühe lediglich nach der Emissionshöhe, für die anderen Rinder und die Schweine nach Emissionshöhe und Trend. Die NH₃- und die NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management sind ebenfalls eine Hauptquellgruppe (EMEP, 2004). Die Emissionen aus der Haltung aller anderen Tiere und Spurengase sind dagegen von geringerer Bedeutung.

Bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern im Stall, auf befestigten Flächen außerhalb des Stalls, beim Weidegang, im Lager (im engeren Sinne) und bei der Ausbringung werden CH₄ und NMVOC sowie NH₃, N₂O, NO, und N₂ freigesetzt. Mit NMVOC können auch schwefelhaltige Verbindungen emittiert

werden. Die Emissionen sind abhängig von der Tierkategorie und den Ausscheidungen der Tiere (diese wiederum eine Funktion der Tierleistung und der Ernährung), den in bestimmten Aufenthaltsräumen (Weide, Stall, befestigte Flächen) verbrachten Zeiten, artspezifischem Verhalten sowie Stalltyp, Stroheinsatz, Lagerungstyp und -dauer, Ausbringungsart, -ort- und -zeitpunkt sowie der Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern.

Deutschland berichtet in diesem Inventar über Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement von Rindern, Schweinen, Schafen, Ziegen, Pferden, Büffeln, Pelztieren (nur NH₃) und Geflügel, nicht jedoch über Esel und Maultiere (NE).

Die Quellgruppe 4.B „Wirtschaftsdünger-Management“ ist hierbei in die in Tabelle 2 dargestellten Kategorien unterteilt.

Bei den NMVOC-Emissionen werden die Angaben für NMVOC und NMVOC-C aufgegliedert (Tabelle 13).

Tabelle 12: CH₄-Emissionen E_{CH₄} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management).

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ CH ₄]														
E _{CH₄}	0,29	0,26	0,25	0,25	0,27	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25

Tabelle 13: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), angegeben als NMVOC und NMVOC-C.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ NMVOC]														
E _{NMVOC}	0,33	0,29	0,28	0,28	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25
E _{NMVOC-C}	0,21	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16

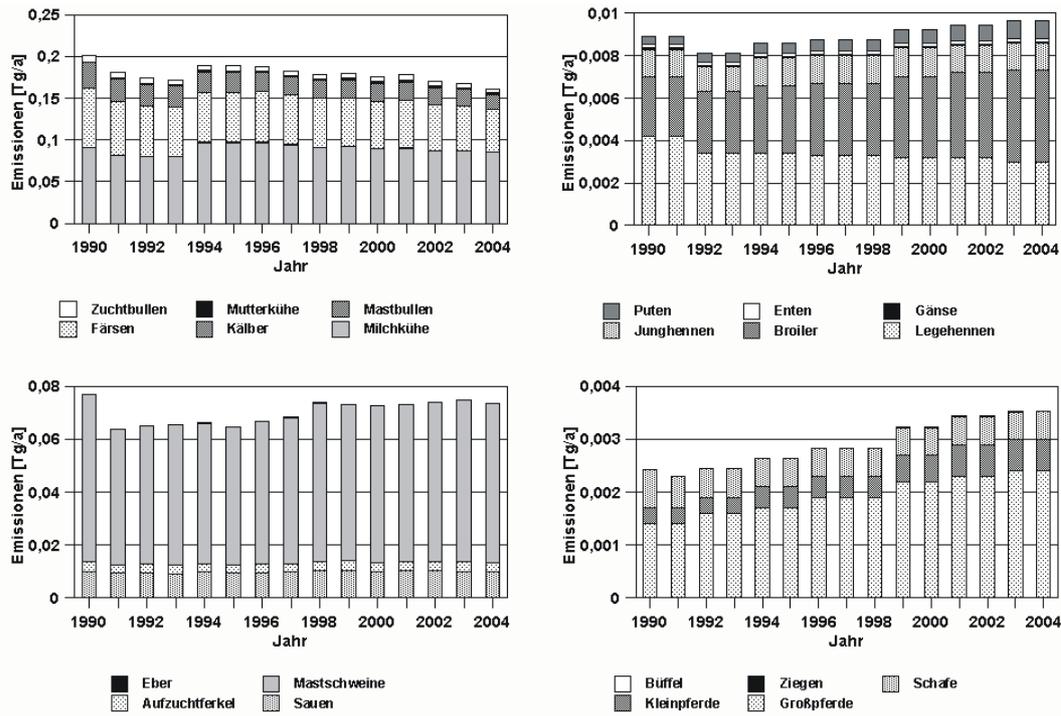


Abbildung 2: Zeitreihen der CH_4 -Emissionen E_{CH_4} der betrachteten Tierkategorien. Oben links: Rinder; unten links: Schweine; oben rechts: Geflügel; unten rechts: Pferde, Schafe, Ziegen und Büffel.

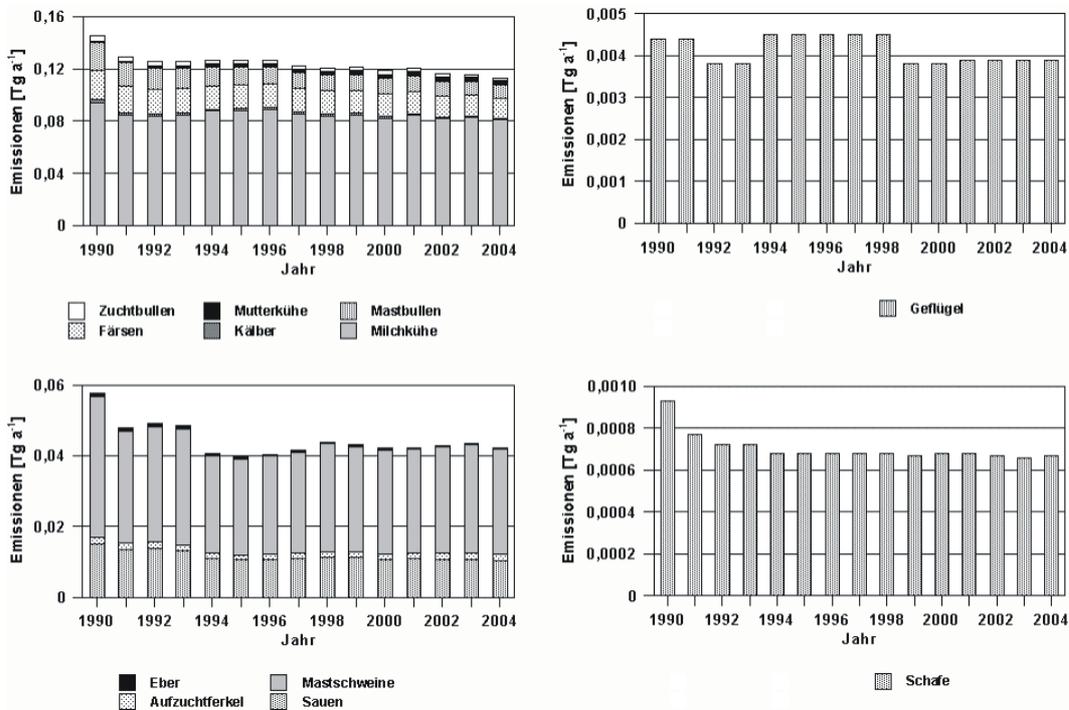


Abbildung 3: Zeitreihen der NMVOC-C-Emissionen E_{NMVOC} (Wirtschaftsdünger-Management) der betrachteten Tierkategorien (Oben links: Rinder; unten links: Schweine; oben rechts: Geflügel; unten links Schafe.).

Tabelle 14: N₂O-, NO- und NH₃-Emissionen E_{N_2O} , E_{NO} und E_{NH_3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management).

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
	[Gg a ⁻¹ N ₂ O, NO bzw. NH ₃]															
E_{N_2O}	0,013	0,012	0,011	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,009	0,010	0,009	0,010	0,009	0,009	0,009	
E_{NO}	0,018	0,016	0,016	0,015	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	
E_{NH_3}	0,61	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50	0,49	0,50	0,49	0,49	0,48	

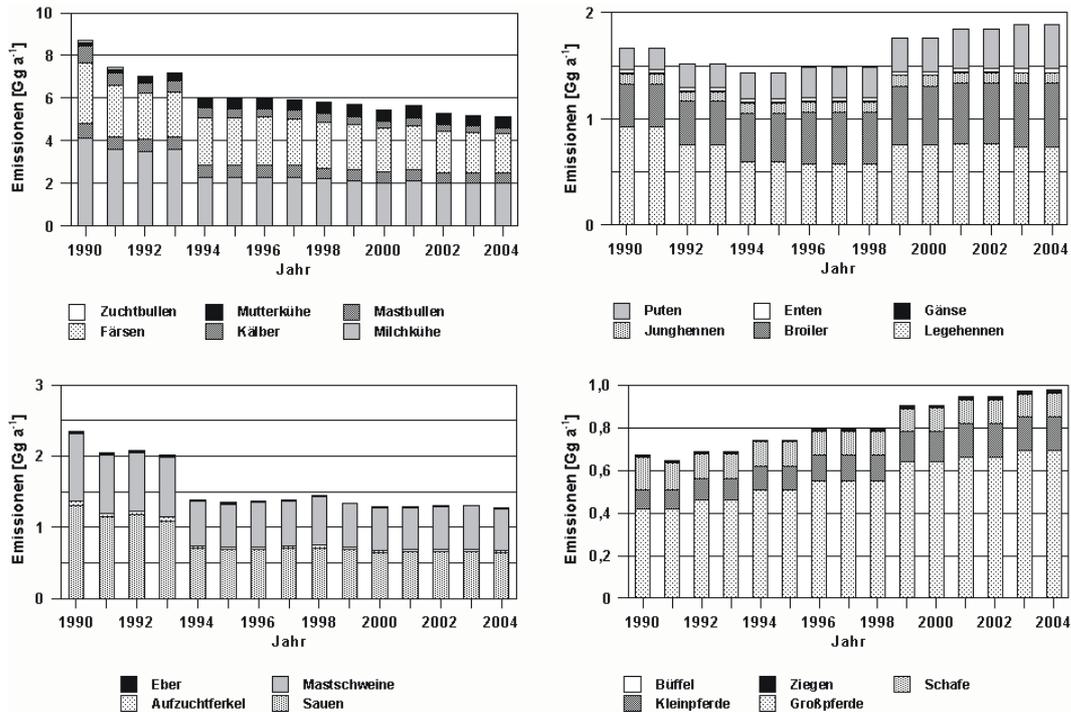


Abbildung 4: Zeitreihen der N₂O-Emissionen E_{N_2O} der betrachteten Tierkategorien (Oben links: Rinder; unten links: Schweine; oben rechts: Geflügel; unten links: Schafe).

5.2 Methodische Aspekte (4.B)

5.2.1 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF 4.B (CH₄)

IPCC (1996b) sieht zwei Bestimmungsmethoden zur Bestimmung der CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management vor. Für die Berechnung der Emissionen nach dem Tier-1-Verfahren werden Tierzahlen mit konstanten VS-Ausscheidungen¹ und mit Default-Emissionsfaktoren multipliziert, die für einzelne Klimaregionen konstant sind.

Dieses Tier-1-Verfahren wird in seiner einfachen Form nicht angewandt.

Das Tier-2-Verfahren sieht die Berücksichtigung variabler VS-Ausscheidungen vor, die leistungs- und nahrungsabhängig sind. Es verrechnet diese mit Emissionsfaktoren, die die Häufigkeit einzelner Lagerungsverfahren für Fest- und Flüssigmist in Deutsch-

land und klimatische Effekte berücksichtigen. Die resultierenden Emissionsfaktoren variieren dann für jede Kategorie mit Ort und Zeit. Der Emissionsfaktor wird über folgende Gleichung ermittelt:

$$EF_i = VS_i \cdot \alpha \cdot B_{oi} \cdot \rho_{CH_4} \cdot \sum_{jk} MCF_{jk} \cdot MS_{ijk} \quad (Gl. 4)$$

- mit EF_i Emissionsfaktor für jede Subkategorie i [kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄]
 α Zeitkonversion ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 VS volatile solids (Ausscheidung leicht umsetzbarer Substanz, Trockenmasse DM) für die Subkategorie i [kg Tier⁻¹ d⁻¹ DM]
 B_{oi} Methan-Bildungspotential bezogen auf VS [m³ kg⁻¹]
 ρ_{CH_4} Dichte von Methan ($\rho_{CH_4} = 0,67 \text{ kg m}^{-3}$)
 MCF Methan-Umwandlungsfaktor für das Lagerungssystem j in einer Klimaregion k [kg kg⁻¹]
 MS Anteil der Subkategorie, deren Wirtschaftsdünger im Lagerungssystem j behandelt werden

¹ VS (volatile solids): die leicht umwandelbaren Kohlenstoff-Anteile in den Exkrementen

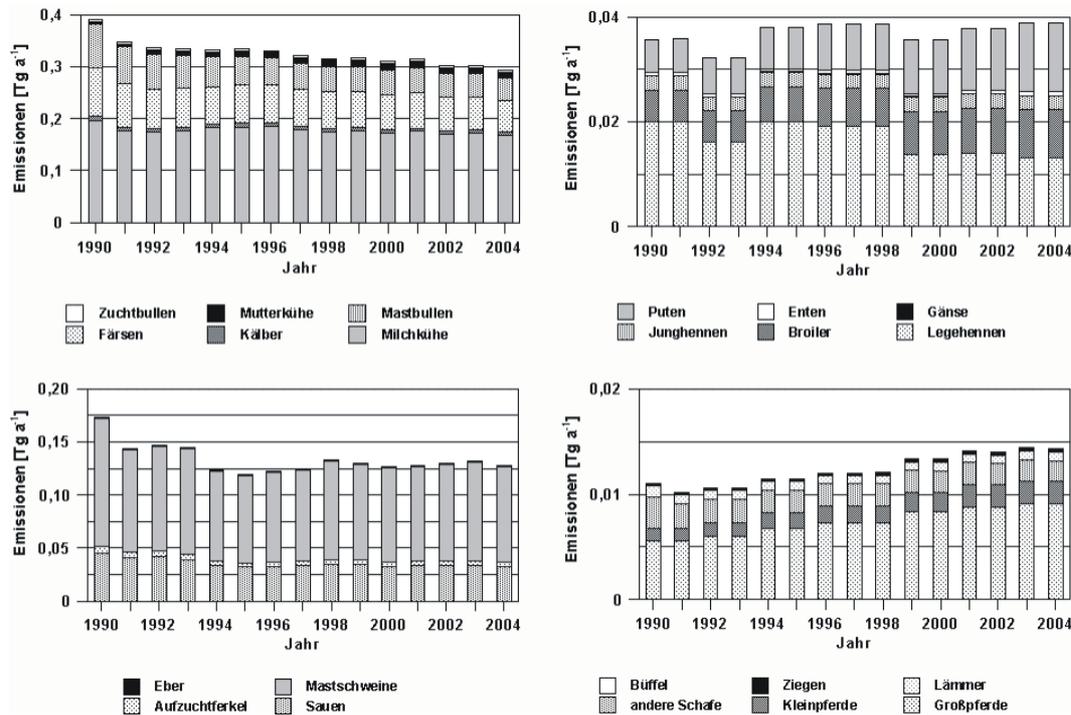


Abbildung 5: Zeitreihen der NH_3 -Emissionen E_{NH_3} der betrachteten Tierkategorien (Oben links: Rinder; unten links: Schweine; oben rechts: Geflügel; unten links Schafe).

Die CH_4 -Emissionen aus dem Management von Wirtschaftsdüngern wurden im deutschen Inventarbericht für Milchkühe, Rinder und Schweine als Hauptquellgruppe eingestuft. Die Berechnungen erfolgen für Landkreise (DÄMMGEN et al., 2006).

Mischverfahren zwischen Tier-1- und Tier-2-Verfahren (UNECE: verbesserte Verfahren) benutzen Default-Werte für VS-Ausscheidungen und kombinieren sie mit den Häufigkeitsverteilungen für die Wirtschafts-Managementsysteme in der jeweiligen Region. Dies trifft in Deutschland für Schafe, Ziegen, Pferde, Büffel und Geflügel zu.

5.2.2 Methodische Aspekte und Anforderungen CRF/NFR 4.B (NH_3 , N_2O , NO und N_2)

Zur Berechnung der Verluste von gasförmigen N-Spezies wird seit 2004 das Massenfluss-Verfahren nach EMEP/CORINAIR angewandt (siehe hierzu DÄMMGEN et al., 2006). Es behandelt alle Flüsse von N-Spezies nacheinander und nebeneinander nach dem in Abb. 6 wiedergegebenen Schema.

Erster Schritt ist die Bestimmung der Mengen von ausgeschiedenem N und von leicht umsetzbarem TAN (total ammoniacal nitrogen). Letzteres wird im Harn der Tiere ausgeschieden. Die Aufteilung der Ausscheidungen auf Weide und Stall berücksichtigt die Weidezeiten und das Tierverhalten. Bei den Rindern werden im Stofffluss-Modell die

Dauer der Weideperiode, die mittlere Weidedauer pro Tag und die mittleren Aufenthalte im Melkstall zur Aufteilung der Exkremente auf Weide und Stall herangezogen.

Die Emissionen aller N-Spezies auf der Weide geschehen gleichzeitig. Die Berechnungen erfolgen nach IPCC (1996b) bzw. EMEP (2006).

Im Stall kommt es zu TAN-Verlusten durch Emission von NH_3 . Im restlichen TAN verbleibendes N ist Quelle von Emissionen von NH_3 , N_2O , NO und N_2 . Das Ausmaß der Emissionen ist im Prinzip eine Funktion der Lagerungsart und der Temperatur.

Die Gesamtemissionen an N_2O werden gemäß IPCC (2000) nach folgender Gleichung bestimmt:

$$E_{\text{N}_2\text{O}-\text{N}} = \sum_{i,j} n_i \cdot m_{\text{ex},i} \cdot x_{i,j} \cdot EF_j \quad (\text{Gl. 5})$$

- mit $E_{\text{N}_2\text{O}-\text{N}}$ N_2O -N-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management
 n_i Anzahl der Tiere einer Kategorie i
 $m_{\text{ex},i}$ mittlere jährliche N-Ausscheidungen einer Kategorie i
 $x_{i,j}$ Anteil der jährlichen Ausscheidungen einer Kategorie i , die einem bestimmten Wirtschaftsdünger-Management-System j unterliegt
 EF_j N_2O Emissionsfaktor für das Wirtschaftsdünger-Management-System j

Der bei IPCC (1996b) genannte N_2O -Emissionsfaktor bezieht sich auf die ausgeschiedene

Die Angaben werden für jeden Landkreis mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (HEINRICHSMeyer et al., 1996) ermittelt. Im Prinzip resultiert für jede Tierkategorie und jeden Kreis in jedem Jahr ein anderer Emissionsfaktor (DÄMMGEN et al., 2006).

Nach der Hauptquellgruppenanalyse gehören die N_2O -Emissionen der Kategorie 4.B nicht zu den Hauptquellgruppen. Aus diesem Grunde kann eine einfache Methode (Tier-1-Ansatz) für die Berechnung herangezogen werden. Dabei wird mit nationalen Daten für die N-Ausscheidung gearbeitet.

5.2.3 Relevante Tierzahlen

Im Regelfall werden die Emissionen N-haltiger Verbindungen einer Tierkategorie mit den Tierzahlen der Gesamtpopulation berechnet. Bei den *Rindern* erfolgt eine Aufteilung in Milchkühe, Kälber, Mastbullen, Färsen, Mutterkühe und Zuchtbullen. Bei den *Schweinen* werden Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber getrennt behandelt. Die Emissionsfaktoren für Sauen schließen die Emissionen der Saugferkel ein. Bei Rindern und Schweinen müssen die Tierzahlen der Offizialstatistik so umgerechnet werden, dass sie den Anforderungen des Massenfluss-Verfahrens hinsichtlich homogener Populationen genügen.

Bei den *Schafen* werden die Emissionen der N-Spezies aus den wegen Änderung des Agrarstatistikgesetzes korrigierten Angaben für die Lämmer und die sonstigen Schafe berechnet. Die Emissionen von CH_4 dagegen werden aus den Zahlen der Gesamtpopulation der Schafe bestimmt (vgl. DÄMMGEN, 2006).

Die Zahlen für Pferde werden nur teilweise durch die amtlichen Tierzählungen erfasst. Die Tierzählungsdaten werden außerdem korrigiert, um die Einflüsse der Änderung des Agrarstatistikgesetzes zu kompensieren (vgl. DÄMMGEN, 2006).

5.2.4 Ausscheidungen

C-Spezies:

Die Berechnung der Ausscheidungen von „volatile solids“ basiert bei Rindern und Schweinen auf Tier-2-Rechnungen der Emissionen bei der Verdauung. Für alle übrigen Tiere wurden die Default-Werte nach IPCC (1996b: Tabellen B-1 und B-7) übernommen:

Schafe	0,40	kg Tier ⁻¹ d ⁻¹ C
Ziegen	0,40	kg Tier ⁻¹ d ⁻¹ C
Pferde	1,72	kg Tier ⁻¹ d ⁻¹ C
Geflügel	0,10	kg Tier ⁻¹ d ⁻¹ C
Büffel	2,7	kg Tier ⁻¹ d ⁻¹ C

Die Berechnung der NMVOC-Emissionen wird über die berechnete Menge an NH_3 -Emissionen ermittelt, da die beiden Stoffgruppen über den Mechanismus der Bildung miteinander verknüpft sind.

N-Spezies:

Für Milchkühe werden die N-Ausscheidungen in Abhängigkeit von der Milchleistung, des Milcheiweiß-Gehaltes, des Gewichtes, der Zahl der Geburten pro Jahr und der Zusammensetzung des Raufutters berechnet. Die ausführliche Beschreibung findet sich in DÄMMGEN et al. (2006), die Bewertung des Verfahrens in DÄMMGEN und LÜTTICH (2006). Dieses Rechenverfahren liefert auch die TAN-Ausscheidungen.

Für Schweine werden die N-Ausscheidungen aus der Tierleistung (bei Sauen: Zahl der Ferkel pro Jahr, bei Aufzuchtferkeln und Mastschweinen der Gewichtszunahme) sowie den Gewichten und der Futterzusammensetzung ermittelt. Bei Ebern lagen Daten zur Ernährung zugrunde.

Für alle anderen Tiere wurden die Angaben zu den N-Ausscheidungen der deutschen Literatur entnommen (DÄMMGEN et al., 2006). Im Einzelnen wurden verwendet:

männliche Mastrinder	42 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
weibliche Mastrinder	44 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Kälber	16 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Mutterkühe	96 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Schafe	13 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Pferde	64 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Legehennen	0,74 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N]
phasengefüttert	0,71 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Masthühnchen und -hähnchen	0,29 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Junghennen	0,28 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Gänse	0,73 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Enten	0,60 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Puten	1,50 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
phasengefüttert	1,41 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N
Büffel	70 kg Tier ⁻¹ a ⁻¹ N

Bei Tieren mit Lebensdauern < 1 a wurden die Zahlen für Tierplätze bei durchschnittlicher Umtriebszeit berechnet.

Der Anteil an leicht umsetzbarem Stickstoff (total ammoniacal N: TAN) am Gesamt-Stickstoff wurde wie folgt angesetzt:

Milchkühe	variabel
Rinder außer Milchkühen	0,60 kg kg ⁻¹ N
Schweine	0,70 kg kg ⁻¹ N
Schafe	0,40 kg kg ⁻¹ N
Pferde	0,40 kg kg ⁻¹ N
Geflügel	0,70 kg kg ⁻¹ N
Büffel	0,50 kg kg ⁻¹ N

5.2.5 Weidegang, Stalltyp und Aufstallungsdauer

Bei den Rindern wird die Dauer der Weideperiode, die mittlere Weidedauer pro Tag und die mittleren Aufenthalte im Melkstall zur Aufteilung der Exkrememente auf Weide und Stall herangezogen.

Alle in Deutschland üblichen Stallkategorien werden berücksichtigt (LÜTTICH et al., 2006) Die Daten sind in den CRF-Berichtstabellen 4.B(a) und 4.B(b) (Additional Information) zusammengestellt.

5.2.6 Gülle- und Mist-Aufbereitung

Zwischen aufbereiteten und unaufbereiteten Düngern müsste unterschieden werden (z.B. Gülle-Separation, Biogas-Gewinnung, Festmist-Kompostierung). Fehlende Hintergrundinformationen über die Aufbereitung von Düngern (Häufigkeitsverteilungen) oder fehlende Rechenverfahren (Festmist-Kompostierung) lassen vorläufig keine entsprechenden Berechnungen zu.

5.2.7 Lagerung

Zwischen festen und flüssigen Wirtschaftsdüngern wird unterschieden. Die in Deutschland gängigen Lagerungsverfahren werden berücksichtigt. Tägliche Ausbringung ist in Deutschland unüblich; offene Lagunen werden nicht benutzt. In der CRF-Tabelle 4.B(b) werden die Häufigkeitsverteilungen der Lagerungsformen angegeben.

5.2.8 Ausbringung

Die Art der Ausbringung und der Zeitpunkt der nachfolgenden Einarbeitung ist für die Berechnung der NH_3 -Emissionen und die Bestimmung der dem Boden mit Wirtschaftsdüngern zugefügten N-Mengen wichtig. Unterschieden werden für Gülle Breitverteilung, Schleppschläuche und Schleppschuhe, für Mist nur Breitverteilung. Ackerland (brach und mit Vegetation) und Grünland werden unterschieden. Einarbeitungszeiten werden gestuft (< 1 h, < 4 h, < 6 h, < 12 h, < 24 h, ohne Einarbeitung) berücksichtigt.

5.3 Emissionen

5.3.1 Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (4.B)

In Tabelle 12 ist die Zeitreihe der CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management zusammengestellt. Sie lässt einen Rückgang der Emissionen erkennen, der im Wesentlichen auf die Jahre nach der deutschen Vereinigung beschränkt ist und hierbei hauptsächlich auf die Verringerung der Tierbestände zurückzuführen ist (Abb. 2). Zur Gesamt-

emission tragen die Rinder zu zwei Dritteln (63 % für 1990; 65 % für 2004) und die Schweine mit einem Drittel (36 % für 1990; 30 % für 2004) bei. Die Emissionen aus der Geflügelhaltung und aus der Haltung von Pferden, Schafen, Ziegen, Büffeln und Geflügel sind demgegenüber vernachlässigbar (vergleiche Abb. 5).

5.3.2 Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan aus dem Wirtschaftsdünger-Management

Bei der mikrobiellen Umsetzung von Proteinen im Wirtschaftsdünger (etwa 50 % des in den Ausscheidungen enthaltenen Stickstoffs sind in Proteinen gebunden) entstehen gleichzeitig Ammoniak (NH_3) und flüchtige organische Verbindungen (NMVOC). Die weitgehende Proportionalität der Emissionen von NH_3 - und NMVOC-Emissionen aus unterschiedlichen Wirtschaftsdüngern wurde in Großbritannien dazu benutzt, ein erstes NMVOC-Emissionsinventar zu erstellen. Deutschland hat die dort angesetzten relativen Emissionsfaktoren dazu benutzt, eine erste Schätzung der Emissionen von NMVOC aus der Tierhaltung vorzunehmen (Einzelheiten in DÄMMGEN et al., 2006). Die Zeitreihe der NMVOC-Emissionen ist in Tabelle 13 und die Zusammensetzung der Emittenten in Abbildung 3 dargestellt. Nach dem Rückgang der Tierzahlen als Folge der deutschen Vereinigung bleiben die Emissionen ab etwa 1994 konstant. Obschon Zahlen für Pferde wegen des fehlenden Rechenverfahrens nicht verfügbar sind, können die Emissionen im Wesentlichen auf die Rinderhaltung zurückgeführt werden.

Bei der Modellierung der NMVOC-Emissionen wurde gleichfalls festgestellt, dass erhebliche Mengen an Dimethylsulfid emittiert werden. Die Emissionen an in NMVOC gebundenem Schwefel belaufen sich diesen Schätzungen zufolge auf etwa 0,03 bis 0,04 Tg a^{-1} . Weitere Ausführungen zur möglichen Bedeutung dieser Emissionen für SO_2 -Konzentrationen und -Flüsse, für die Versauerung von Ökosystemen und für die Entstehung von Kohlenstoffdisulfid (COS) sind in DÄMMGEN und KESSELMEIER (2006) beschrieben.

5.3.3 Distickstoffoxid-, Stickstoffmonoxid- und Ammoniak-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management

Die Ergebnisse der Berechnungen der NH_3 -, N_2O - und NO -Emissionen sind in der Tabelle 14 sowie bezogen auf die Emittenten in Abbildung 4 und Abbildung 5 zusammengestellt. Da N_2O - und NO -Emissionen proportional sind, wurde auf eine entsprechende Darstellung der NO -Emissionen verzichtet. Bezogen auf das Basisjahr nehmen die N_2O - und NO -Emissionen deutlich ab. Den Haupt-

anteil der N₂O- und NO-Emissionen bestimmen die Rinder (66 % im Jahr 1990; zurückgegangen auf 55 % im Jahr 2004). Bezogen auf das Jahr 1990 werden 62 % der NH₃-Emissionen von Rindern, 30 % aus der Schweinehaltung und 6 % aus der Geflügelhaltung emittiert. 67 % der (direkten) N₂O- und NO-Emissionen gehen auf Rinderhaltung zurück, 17 % auf die von Schweinen und 10 % auf die von Geflügel. Im Jahr 2004 lagen die Anteile bei NH₃ bei 61 %, 27 % und 10 %. Für N₂O bzw. NO betragen die Anteile im Jahr 2004 55 %, 14 % und 21 %.

5.3 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.B)

Die Unsicherheiten aus dem EMEP/CORINAIR-Handbuch (EMEP, 2003) gelten bis auf weiteres auch für Deutschland, d.h. etwa 6 % für die Tierzahlen (siehe auch DÄMMGEN, 2006) und 30 % für die Emissionsfaktoren von CH₄ und NH₃. Für die anderen Emissionsfaktoren sind die Fehler nicht bekannt. Für N₂O, NO und N₂ ist die Größenordnung wahrscheinlich zutreffend.

Die Zeitreihe der Officialstatistik ist hinsichtlich der Tierzahlen, bedingt durch die Änderung des Agrarstatistikgesetzes, inkonsistent, d.h. zwischen 1998 und 1999 tritt ein Bruch auf. Dies betrifft insbesondere Schafe und Pferde. Für beide Kategorien wurde ein Korrekturverfahren entwickelt und angewandt. Die systematischen Fehler bei den Pferdezahlen beruhen darauf, dass bei landwirtschaftlichen Zählungen nur ein Teil der Pferde erfasst wird und die sog. Freizeitpferde nicht in landwirtschaftlichen Betrieben gehalten werden. Bei den Schafen rührt die Versetzung in der Zeitreihe daher, dass die Zählung im Mai auch Lämmer umfasst, die Zählung im Dezember dagegen nicht.

Die Zahlen zum Wirtschaftsdünger-Management sind aufgrund einer Datenbasis modelliert, die als unzureichend angesehen wird (Übertragung von Befragungsdaten in Modellkreisen auf weitere Kreise, vergleiche UBA, 2002a). Informationen über Unsicherheiten können nur grobenordnungsmäßig angegeben werden.

5.4 Quellenspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.B)

Die Daten werden auf Transkriptionsfehler zwischen den Originaldaten und den Kalkulationstabellen überprüft und auf Fehler bezüglich der Einheiten und Größenordnungen untersucht. Zukünftige QK/QS-Verfahren setzen die weitere Entwicklung der Methoden und die bessere Auflösung der Aktivitätsdaten voraus. Darüber hinaus ist eine bessere Datenlage zur Beschreibung des Wirtschaftsdünger-Managements notwendig.

Hierzu zählen insbesondere die Erfassung von Parametern zur Fütterung, Leistung (Schlachtgewicht, Mastdauer, etc.), Haltung (Weidegang, Stallform), Lagerungsform, Ausbringungspraktiken, etc. Sie müssen durch Befragungen erhalten werden.

Das vorliegende Inventar gibt zu nahezu allen Aktivitätsdaten, Emissionsfaktoren oder Daten, die zur Berechnung von Emissionsfaktoren dienen, erstmals Fehler bzw. Unsicherheiten an. Aus den Einzelfehlern in den Termen einer komplexen Emissionsfunktion müssten mit einer Fehlerfortpflanzungsrechnung Gesamtfehler berechnet werden. Dies soll zukünftig geschehen.

Der landwirtschaftliche Teil des Emissionsinventars wurde im Jahr 2004 in einem bilateralen Überprüfung durch finnische Experten überprüft und als im wesentlichen vollständig und den Regeln der Wissenschaft entsprechend eingestuft (LECHTENBÖHMER et al., 2005). Zum gleichen Ergebnis kam der In-Country-Review durch UNFCCC (UNFCCC, 2005). Die beanstandeten Mängel (Verwendung von Tier-1-Verfahren bei der Berechnung der Emissionen aus der Rinder- und der Schweinehaltung; Fehlen der Berechnungen für Ziegen) wurden im vorliegenden Inventar beseitigt. Das Massenfluss-Verfahren wurde innerhalb der Expertengruppe EAGER überprüft und die in Europa erhaltenen Ergebnisse miteinander verglichen. Die zusammenfassende Darstellung für Rinder findet sich in REIDY et al. (2006).

5.5 Quellenspezifische Rückrechnungen (4.B)

5.5.1 Quellenspezifische Rückrechnungen (CH₄)

Bei Geflügel wurden die Tierzahlen für die Jahre 1990 bis 1993, denen bisher Modellrechnungen aus RAUMIS zugrunde lagen, durch Werte aus Tierzählungen ersetzt.

Die Berechnung der CH₄-Emissionen für das Wirtschaftsdünger-Management bei Rindern und Schweinen benutzte erstmals Ergebnisse, die sich aus der Anwendung des Tier-2-Verfahrens für die Berechnung der Emissionen aus der Verdauung ergaben. Bei Schafen und Pferden wurden die Zeitreihen der Tierzahlen korrigiert. Der wesentliche Unterschied beruht allerdings auf der Verwendung der MCF für Gülle aus IPCC (1996b) (10 %) anstelle des Wertes aus IPCC (2000), in dem 39 % angegeben waren. Eine ausführliche Begründung dieses Vorgehens findet sich in DÄMMGEN et al. (2006).

5.5.2 Quellenspezifische Rückrechnungen (NMVOC)

NMVOC-Emissionen werden unter Verwendung der jeweiligen NH₃-Emissionen für eine Tierart berechnet. Da hier Änderungen auftraten (siehe

nachfolgendes Kapitel), mussten auch die NMVOC-Emissionen neu berechnet werden.

Die Unterschiede sind in der folgenden Tabelle erkennbar.

Tabelle 15: Vergleich der im NIR 2005 angegebenen CH₄-Emissionen E_{CH_4} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management).

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ CH ₄]														
NIR 2005	1,29	1,12	1,09	1,07	1,16	1,13	1,14	1,18	1,13	1,14	1,11	1,12	1,10	1,10	
NIR 2006	0,29	0,26	0,25	0,25	0,27	0,26	0,27	0,26	0,26	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25

Tabelle 16: Vergleich der im NIR 2005 angegebenen NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management).

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ C]														
NIR 2005	0,30	0,27	0,26	0,26	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	
NIR 2006	0,21	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16

5.5.3 Quellspezifische Rückrechnungen (NH₃, N₂O, NO, N₂)

Sowohl bei den Milchkühen, Mastbullen und Schweinen wurde die Berechnung der N-Ausscheidung auf eine neue Grundlage gestellt. Dadurch wurden Rückrechnungen für die Emissionen aller N-Spezies aus der Tierhaltung erforderlich.

Im Einzelnen wurden folgende Änderungen vorgenommen:

1. Einige Transkriptionsfehler wurden beseitigt.
2. Die TAN-Gehalte in den Ausscheidungen von Milchkühen werden nunmehr als Funktion der Fütterung und Leistung berechnet, bei allen anderen Rindern wird im Einklang mit anderen Inventaren in Nordwesteuropa 0,60 kg kg⁻¹ N angesetzt.
3. Als TAN-Gehalte der Schweine werden in diesem Inventar die international üblichen und für Deutschland gerechtfertigten Werte von 0,70 kg kg⁻¹ N verwendet. Bei Mast Schweinen und Aufzuchtferkeln werden die N-Ausscheidungen nunmehr als Funktion von Leistung und Fütterung berechnet. Bei Sauen berücksichtigt die N-Ausscheidung im Gegensatz zu früheren Inventaren Saugferkel bis zu 8,5 kg Tier⁻¹. Eber werden getrennt erfasst. Als Ergebnis der leistungsabhängigen Betrachtung der Schweineausscheidungen wurden die Emissionsfaktoren für Aufzuchtferkel und Mastschweine im Stall auf 0,30 kg kg⁻¹ N für Spaltenböden mit Gülle und auf 0,35 kg kg⁻¹ N für entsprechende eingestreute Systeme gesenkt. Dagegen wurden die Verluste aus Güllelagern ohne Abdeckung in Abstimmung mit den Inventaren anderer nordwesteuropäischer Inventare mit 15 % TAN angenommen. Die Mengen der Strohgaben in eingestreuten Systemen wurden zum Teil korrigiert.
4. In allen strohgebundenen Systeme wurde aufgrund neuer Erkenntnisse die Mineralisierung von Stroh-N sowie die Immobilisierung von TAN bei ausreichender Einstreu berücksichtigt. Die verbesserte Datenlage führte zu einer Verringerung des Verhältnisses von N₂ zu N₂O-N bei Emissionen aus Wirtschaftsdüngern bei der Lagerung.
5. Die Stickstoff-Ausscheidungen der Masthähnchen und -hühnchen sowie der Puten wurden dem Stand des Wissens angepasst (Masthähnchen und -hühnchen: 0,41 statt 0,29 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N; Puten: 2,07 statt 1,5 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N).

Deutschland berichtet erstmals Emissionen aus der Ziegen- und Büffelhaltung und berücksichtigt die Emissionen aus importierten Wirtschaftsdüngern.

Die NH₃-Emissionen und die NO-Emissionen ändern sich danach, wie aus den folgenden Tabellen hervorgeht:

Tabelle 17: Vergleich der im NIR 2005 und NIR 2006 angegebenen N_2O -Emissionen E_{N_2O} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ N ₂ O]														
NIR 2005	134,4	12,8	12,5	12,4	10,1	10,1	10,2	10,1	10,0	9,8	9,7	9,8	9,6	9,4	
NIR 2006	13,3	11,8	11,4	11,3	9,5	9,5	9,6	9,5	9,5	9,6	9,5	9,6	9,4	9,4	9,2

Tabelle 18: Vergleich der im NIR 2005 und NIR 2006 angegebenen NO -Emissionen E_{NO} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ NO]														
NIR 2005	19,7	17,4	17,0	16,8	13,8	13,8	14,0	13,8	13,7	13,4	13,2	13,3	13,1	12,9	
NIR 2006	18,2	16,0	15,5	15,4	13,0	13,0	13,2	13,0	12,9	13,1	12,9	13,1	12,8	12,8	12,5

Tabelle 19: Vergleich der im NIR 2005 und NIR 2006 angegebenen NH_3 -Emissionen E_{NH_3} aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management). Angaben für Deutschland.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ NH ₃]														
NIR 2005	0,58	0,51	0,50	0,50	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,45	0,46	0,45	0,45	
NIR 2006	0,61	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50	0,49	0,50	0,49	0,49	0,48

5.6 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.B)

Die Aktualisierung der Datenbasis unterhalb der Officialstatistik setzt die Verwendbarkeit der Daten der Bodennutzungshaupterhebung im Jahr 2003 voraus, die für das hier vorgelegte Inventar nicht zur Verfügung gestellt wurden. Sie muss darüber hinaus auf Befragungsdaten zurückgreifen können, die dringend erhoben werden müssen. Die im vergangenen Jahr erhobenen Daten sind noch unvollständig und bedürfen zu ihrer Interpretation der Erkenntnisse der Bodennutzungshaupterhebung.

Die Methodik des Massenfluss-Modells und seine Parameter werden in internationaler Zusammenarbeit überprüft, erweitert und harmonisiert.

6 Reisanbau (4.C)

In Deutschland wird kein Reis angebaut (NO).

7 Landwirtschaftliche Böden (4.D)

7.1 Beschreibung der Quellgruppe

Die Quellgruppe Landwirtschaftliche Böden umfasst die direkten und indirekten Emissionen von Stickstoff-Spezies (N_2O und NO) sowie die CH_4 -Konsumption von landwirtschaftlichen Böden.

Der Quellgruppe 4.D Landwirtschaftliche Böden sind im ZSE Kulturen mit und ohne Düngeranwendung zugeordnet.

Die Quellgruppe Landwirtschaftliche Böden (4.D) ist hinsichtlich N_2O für direkte Emissionen nach Emissionshöhe und Trend und für indirekte Emissionen nach der Emissionshöhe eine Hauptquellgruppe.

EMEP (2004) stuft landwirtschaftliche Böden als Hauptquellgruppe für NH_3 ein.

Mikrobielle Umsetzungen (Nitrifikation und Denitrifikation) von Stickstoff-Verbindungen führen zu Lachgas-Emissionen. Je mehr Stickstoff in Böden gelangt, desto höher kann der Umsatz der Nitrifikation und Denitrifikation werden. Daher ist die Höhe des N-Eintrags eine wichtige Größe bei der Ermittlung der Emissionen von N-Spezies. Das Ausmaß der Umsätze ist allerdings von einer Reihe anderer Bodenparameter abhängig (wassergefüllter Porenraum, Temperatur, C-Gehalte), die in der IPCC-Methodik unberücksichtigt bleiben. Das verbesserte EMEP-Verfahren (EMEP, 2003) setzt die Verfügbarkeit detaillierter Bodendaten voraus, die zurzeit nicht vorliegen.

Als direkte N-Einträge gelten die Anwendung von Mineral- und Wirtschaftsdüngern, die Klärschlamm-aufbringung, der Leguminosenanbau, die Einarbeitung von Pflanzenrückständen in den Boden, der Eintrag von Tierexkrementen bei der Weidehaltung sowie die N-Mineralisierung bei der Bewirtschaftung von organischen Böden.

Das Inventar gibt Auskunft über direkte N_2O -, NO - und NH_3 -Emissionen aus diesen Quellen, sofern Methoden beschrieben sind.

Indirekte N_2O -Emissionen aus der Landwirtschaft stammen aus Auswaschung und Oberflächenabfluss

von gedüngten Flächen (einschließlich der Anwendung von Klärschlämmen) und aus atmosphärischer Deposition von NH_3 und NO_x aus landwirtschaftlichen Quellen.

Pflanzenbestände sind im Prinzip immer auch Quellen von flüchtigen organischen Verbindungen. Eine erste Schätzung entsprechender Emissionen für wichtige Fruchtarten wurde vorgenommen.

Landwirtschaftliche Böden sind Senken für atmosphärisches Methan, das von methanotrophen Bakterien oxidiert wird.

Die Ergebnisse der Rechnungen sind in Tabelle und in Abbildung 8 dargestellt. Danach nehmen die Emissionen von 1990 auf 2003 ab.

2004 kann ein Anteil von etwa 30 % der N_2O -Emissionen aus Böden dem Einsatz von Mineraldüngern im Boden zugeordnet werden, etwa 25 % den indirekten Emissionen als Folge der Auswaschung, je etwa 15 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und den bewirtschafteten organischen Böden. Der Rest setzt sich aus Weidegang, Leguminosen, Ernterückständen und den indirekten Emissionen als Folge der Deposition reaktiver N-Spezies zusammen.

Auch bei den NH_3 -Emissionen ist der aus der Anwendung von Mineraldüngern resultierende Anteil die bestimmende Größe: Er liegt bei 80 % im Jahr 1990 und 89 % im Jahr 2004 (vorläufiger Wert).

Tabelle 20: N_2O -, NO - und NH_3 -Emissionen $E_{\text{N}_2\text{O}}$, E_{NO} und E_{NH_3} aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ N ₂ O], [Gg a ⁻¹ NO] bzw. [Gg a ⁻¹ NH ₃]														
$E_{\text{N}_2\text{O}}$	143	131	128	124	117	123	122	122	123	126	129	125	122	122	123
E_{NO}	64	58	56	54	51	54	53	53	54	56	57	55	53	53	53
E_{NH_3}	115	105	99	103	93	104	104	106	109	117	121	125	124	123	128

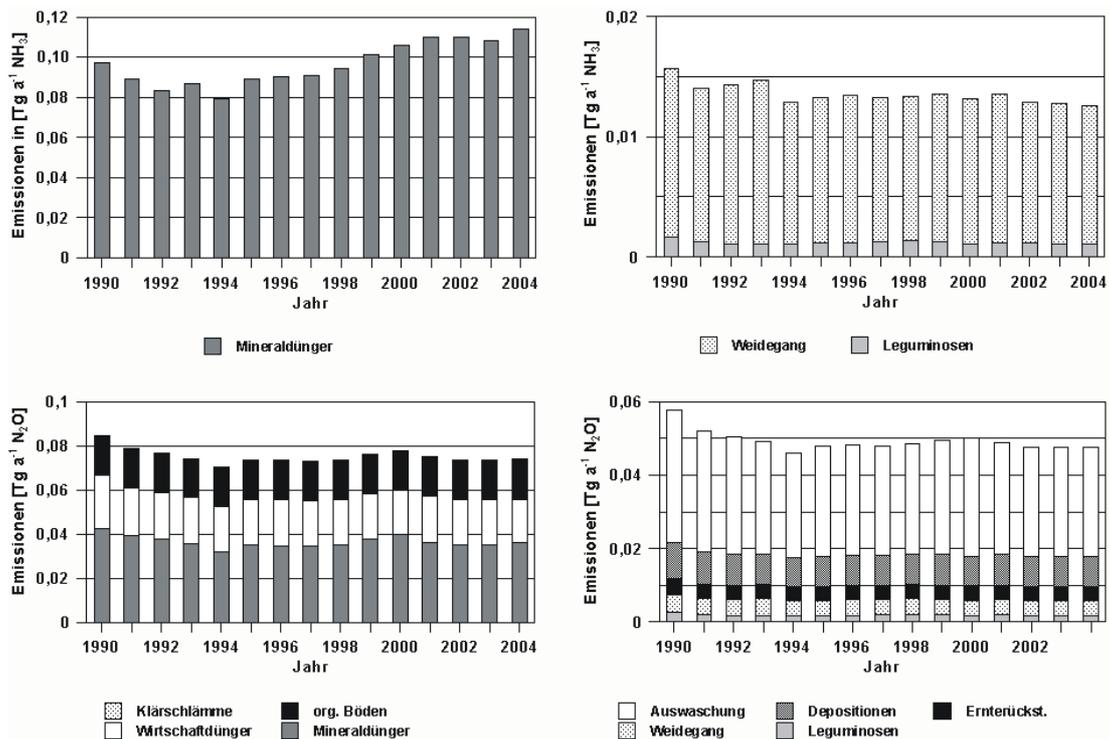


Abbildung 7: Zeitreihen der NH_3 - und N_2O -Emissionen aus gedüngten und ungedüngten Böden. NH_3 -Emissionen E_{NH_3} aus Böden (oben) N_2O -Emissionen $E_{\text{N}_2\text{O}}$ aus Böden (unten). Mit N gedüngte Systeme jeweils links, ungedüngte jeweils rechts.

Tabelle 21: NMVOC-Emissionen E_{NMVOC} aus landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ NMVOC-C]														
E_{NMVOC}	0,086	0,110	0,108	0,108	0,108	0,109	0,098	0,105	0,113	0,125	0,120	0,124	0,135	0,130	0,135

Tabelle 22: CH₄-Konsumption E_{CH_4} landwirtschaftlicher Böden.

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ CH ₄]														
E_{CH_4}	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03

7.2 Methodische Aspekte und Anforderungen (4.D)

7.2.1 Lachgas-Emissionen

In IPCC (2000) werden die Tier-1a- und Tier-1b-Verfahren für die Ermittlung **direkter Lachgas-Emissionen** aus landwirtschaftlichen Böden beschrieben. Dabei stellt das Tier-1a-Verfahren das Vorgehen gemäß IPCC (1996b) dar. Das Tier-1b-Verfahren weist größere Präzision hinsichtlich der Entwicklung einzelner Terme auf. Liegen jedoch keine genaueren Aktivitätsdaten vor, kann die Berechnung nach dem Tier-1a-Verfahren erfolgen. Prinzipiell erfolgt die Berechnung bei beiden Verfahren in folgenden Schritten:

1. Bestimmung des N-Eintrags durch die landwirtschaftliche Aktivitäten
2. Bestimmung der Emissionsfaktoren für die einzelnen N-Eintragsarten
3. Errechnen der Gesamtemissionen

Das Tier-1a-Verfahren nennt zwei Emissionsfaktoren, einen für die Emissionen durch N-Einträge und einen für die Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden (IPCC, 2000: S. 4-54):

$$E_{N_2O, \text{ direkt}} = \left[\frac{(m_{SN} + m_{AM} + m_{BN} + m_{CR} + m_{SS}) \cdot EF_1 + (A_{OS} \cdot EF_2)}{EF_1 + (A_{OS} \cdot EF_2)} \right] \quad (\text{Gl. 6})$$

mit $E_{N_2O, \text{ direkt}}$	N ₂ O-Emissionen [kg a ⁻¹ N]
m_{SN}	N-Eintrag mit Mineraldüngern, bereinigt um NH ₃ - und NO _x -Emission [kg a ⁻¹ N]
m_{AM}	N-Eintrag mit Wirtschaftsdüngern, bereinigt um NH ₃ - und NO _x -Emission [kg a ⁻¹ N]
m_{BN}	N-Fixierung durch Leguminosen [kg a ⁻¹ N]
m_{CR}	N-Einträge mit Pflanzenreste [kg a ⁻¹ N]
m_{SS}	N-Eintrag mit Klärschlämmen [kg a ⁻¹ N]
EF_1	Emissionsfaktor für Emissionen aus den N-Inputs [$EF_1 = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$]
A_{OS}	Fläche bewirtschafteter organischer Böden [ha]
EF_2	Emissionsfaktor für Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden [$EF_2 = 8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$]

Die N₂O-Emissionen aus den Tierexkrementen bei Weidehaltung sollen ebenfalls unter den direkten Emissionen aus Böden berichtet werden, die Methodenbeschreibung und DefaultEF finden sich in IPCC (2000).

Die Berechnung der **indirekten Emissionen** geschieht in folgenden Schritten:

1. Bestimmung der indirekten N-Zufuhr durch die Bestimmung der N-Verluste aus der Landwirtschaft durch Emission, Oberflächenabfluss, Auswaschung und Abwasserentsorgung
2. Bestimmung der Emissionsfaktoren für die einzelnen Eintragsarten
3. Errechnen der Gesamtemissionen

Die Gleichung zur Bestimmung der indirekten N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden lautet:

$$E_{N_2O, \text{ indirekt}} = E_{N_2O, \text{ ge}} + E_{N_2O, \text{ l}} + E_{N_2O, \text{ s}} \quad (\text{Gl. 7})$$

mit $E_{N_2O, \text{ indirekt}}$	indirekte N ₂ O-Emissionen [kg a ⁻¹ N ₂ O]
$E_{N_2O, \text{ ge}}$	N ₂ O-Emission aus der Emission von NO _x und NH ₃ aus Düngern, Mist und Gülle und deren nachfolgender atmosphärischer Deposition [kg a ⁻¹ N ₂ O]
$E_{N_2O, \text{ l}}$	N ₂ O-Emission aus Oberflächenabfluss und Auswaschung aufgebracht Düngern [kg a ⁻¹ N ₂ O]
$E_{N_2O, \text{ s}}$	N ₂ O-Emission aus der Entsorgung von Abwässern in Oberflächengewässern [kg a ⁻¹ N ₂ O]
mit: $E_{N_2O, \text{ ge}}$	N ₂ O-Emission aus der Emission von NO _x und NH ₃ aus Düngern und deren nachfolgender atmosphärischer Deposition [Gg a ⁻¹ N ₂ O]
$m_{N, \text{ fert}}$	Menge des aufgetragenen Mineraldüngers [Gg a ⁻¹ N]
x_{fert}	Anteil des Mineraldüngers, der als NH ₃ oder NO _x emittiert wird [kg kg ⁻¹ N] (IPCC: $Frac_{GASF}$)
$m_{N, \text{ ex}}$	Gesamtmenge an N in ausgebrachten Wirtschaftsdüngern [Gg a ⁻¹ N]
x_{ex}	Anteil des Wirtschaftsdüngers, der als NH ₃ , NO _x , N ₂ O oder N ₂ emittiert wird [kg kg ⁻¹ N] (IPCC: $Frac_{GASM}$)
EF_4	Emissionsfaktor für N ₂ O-Emissionen aus atmosphärischer Deposition [$EF_4 = 0,010 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$]

Da Deutschland die Emissionen von N-Spezies nach dem Massenfluss-Verfahren berechnet, werden diese Emissionen direkt in die Berechnungen der indirekten Emissionen eingebracht. $Frac_{GASF}$ und $Frac_{GASM}$ sind keine Konstanten.

Eine Entsorgung von Abwässern in Oberflächengewässern findet nicht statt (NO).

Die Berechnungsmethoden folgen in den meisten Fällen den Vorgaben der einfacheren Methode, wie sie im CORINAIR-Handbuch beschrieben ist (EMEP,

2003). Spezifische Einzelheiten gehen aus den folgenden Abschnitten hervor. Die Anbauflächen werden aus der Offizialstatistik für jedes Berichtsjahr übernommen. Die Berechnung der Emissionen für die Jahre nach 1999 beruht auf vorläufigen Annahmen zur Flächennutzung.

7.2.2 Methan-Konsumption von landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Die Berechnung der CH₄-Deposition beruht auf einem Vorschlag von BOECKX und VAN CLEEMPUT (2001), die die verfügbaren Ergebnisse europäischer Messungen zusammenfassen. Unterschieden werden danach Grünlandflächen ($EF_{CH_4} = -2,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$) und Ackerland ($EF_{CH_4} = -1,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$). (siehe hierzu die ausführlichere Schilderung in DÄMMGEN et al, 2006).

7.2.3 Emissionen von flüchtigen Kohlenwasserstoffen ohne Methan aus landwirtschaftlichen Böden und Kulturen (erste Schätzung) (4.D)

Die Größenordnung der NMVOC-Emissionen aus Pflanzen wurde anhand des im CORINAIR-Handbuch angegebenen Verfahrens geschätzt (EMEP, 2003). Hier werden für einige der Hauptfruchtarten flächenabhängige Emissionsfaktoren angegeben (zu Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2005).

7.2.4 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Düngeranwendung) (4.D)

Die Berechnung beruht auf der Annahme, dass die Emission der beiden Gase den N-Einträgen ins System im Mittel proportional ist. Die N-Einträge aus Mineraldüngern werden der amtlichen Statistik entnommen. Als Aktivitätsdaten dienen die (je Bundesland) verkauften Mineraldünger-Mengen. Die Einträge aus Wirtschaftsdüngern ergeben sich aus den Berechnungen der N-Flüsse im Wirtschaftsdünger-Management. (zu Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2006).

7.2.5 Distickstoffoxid-, Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Leguminosen) (4.D)

Die durch Leguminosen fixierten N-Mengen werden aus den Anbauflächen (DÄMMGEN et al., 2006) und nationalen Mittelwerten der flächenspezifischen N-Fixierung berechnet.

$$E_N = b \cdot EF_1 \cdot \sum_i A_i \cdot m_{NF,i} \quad (\text{Gl. 8})$$

mit E_N Emission von N-Spezies [Gg a⁻¹ N]

b	Umwandlungsfaktor [10^6 kg Gg^{-1}]
EF_1	Emissionsfaktor für Emissionen aus N-Einträgen [$\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$] (siehe unten)
A_i	Anbaufläche einer Frucht i [ha]
$m_{NF,i}$	fixierte N-Mengen [$\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$] (siehe unten)

Unterschieden werden fixierte Mengen $m_{NF,i}$ für:	
Hülsenfrüchte	250 $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$
Klee, Klee/Gras, Klee/Luzerne	200 $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$
Luzerne	300 $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$

Als Emissionsfaktoren werden verwendet:

EF_{1,N_2O}	0,0125 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$
$EF_{1,NO}$	0,007 $\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$

Gleichung 1 leitet sich unmittelbar aus Gleichung 4.21 in IPCC (2000) ab. Während dort vorgeschlagen wird, $m_{NF,i}$ für unterschiedliche Arten über den Ertrag oder die oberirdische Biomasse zu schätzen, werden im oben beschriebenen deutschen Verfahren die fixierten N-Mengen aus Tabellenwerken entnommen. Die Aktivität ist $\Sigma(A_i m_{NF,i})$.

7.2.6 Distickstoffoxid- und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (Ernterückstände) (4.D)

Die mit den Ernterückständen im Boden verbleibenden N-Mengen werden aus der Anbaufläche und den kulturspezifischen N-Rückständen berechnet:

Gleichung 2: Bestimmung der Emissionen von N-Spezies aus Ernterückständen

$$E_{N_2O,Crop} = EF_{N_2O} \cdot m_{N,Crop} \cdot A_{Crop} \cdot \frac{44}{28} \cdot \beta \quad (\text{Gl. 10})$$

mit $E_{N_2O,Crop}$	N ₂ O-Emission aus dem Anbau einer Feldfrucht [$\text{Gg a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$]
EF_{N_2O}	Emissionsfaktor [$\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$] (siehe unten)
$m_{N,Crop}$	Stickstoffmenge in Ernterückständen [$\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$]
A_{Crop}	Anbauflächen einer Feldfrucht [ha]
β	Umrechnungsfaktor [$\beta = 10^6 \text{ kg Gg}^{-1}$]

Die Rechnungen benutzen Default-Emissionsfaktoren für die Berechnung der Emissionen aus Mineraldünger- und Wirtschaftsdünger-Anwendungen (IPCC et al., 1996b: Tabelle 4-19 und EMEP, 2003: B1010-15): $EF_{N_2O} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$; $EF_{NO} = 0,007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$; $EF_{N_2} = 0,1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$. Die gleichen Faktoren werden auch auf die in Ernterückständen gebundenen N-Mengen angewendet.

Die N-Mengen in den Ernterückständen gehen aus der folgenden Zusammenstellung hervor:

Weizen	17 $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$
Roggen	14 $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$
Wintergerste	12 $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$
Sommergerste	9 $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$

Hafer	14 kg ha ⁻¹ N
Triticale	12 kg ha ⁻¹ N
Körnermais	60 kg ha ⁻¹ N
Silomais	26,7 kg ha ⁻¹ N
Raps	15 kg ha ⁻¹ N
Zuckerrübe	22 kg ha ⁻¹ N
Futterrübe	0,11 kg ha ⁻¹ N
Klee, Klee-Gras, Klee-Luzerne	40 kg ha ⁻¹ N
Luzerne	158 kg ha ⁻¹ N
Gras	30 kg ha ⁻¹ N
Kartoffeln	10 kg ha ⁻¹ N

Die Anbauflächen sind bei LÜTTICH et al. (2005) zusammengestellt.

In den CRF Tabellen wird die Emissionsmenge eingetragen, nicht jedoch die Aktivitätsrate oder der IEF. Diese sind als NA eingetragen.

7.2.7 Distickstoffoxid-Emissionen aus organischen Böden (4.D)

Lachgas-Emissionen aus der Bewirtschaftung *organischer Böden* werden nach der einfacheren Methode errechnet. Demnach sind die Emissionen proportional zur Fläche. Da es keine statistischen Daten

zur Nutzung dieser Böden gibt, wurde die Fläche über Verschneidung von Landnutzungs- und Bodenkarten abgeschätzt (Einzelheiten hierzu siehe DÄMMGEN et al., 2006). Als Emissionsfaktor wurde der „neue“ Default-Faktor EF_2 (alt: IPCC, 1996b: Tabelle 4.18: 5 kg ha⁻¹ a⁻¹ N₂O-N; neu: IPCC, 2000: Tabelle 4.17: 8 kg ha⁻¹ a⁻¹ N₂O-N) verwendet.

7.2.8 Distickstoffoxid-Emissionen aus beim Weidegang ausgeschiedenen Exkrementen (4.D)

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N-Spezies werden aus den anteiligen Ausscheidungen auf der Weide bei der Behandlung der Wirtschaftsdünger nach dem Massenfluss-Verfahren für jede Tierart kreisweise berechnet und für die Bundesländer aufsummiert (Einzelheiten siehe DÄMMGEN et al., 2005).

Als Emissionsfaktoren werden verwendet (EMEP, 2003: B1010-13; IPCC, 1996b: Tabelle 4-22):

NH ₃	0,075 kg kg ⁻¹ N
N ₂ O	0,02 kg kg ⁻¹ N
NO	0,02 kg kg ⁻¹ N

Tabelle 23: Vergleich der im NIR 2005 und NIR 2006 angegebenen direkten N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden..

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ N ₂ O]														
NIR 2005	97,3	90,1	87,4	85,0	80,6	84,3	84,2	83,8	84,5	86,3	87,8	84,9	83,1	82,6	
NIR 2006	97,1	89,7	87,2	84,9	80,5	84,2	84,1	83,6	84,4	86,7	88,3	86,0	84,2	84,2	84,5

Tabelle 24: Vergleich der im NIR 2005 und NIR 2006 angegebenen indirekten N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ N ₂ O]														
NIR 2005	44,2	40,2	38,9	37,5	35,2	37,0	36,9	36,5	36,9	37,9	38,7	37,2	36,2	36,0	
NIR 2006	45,9	41,6	40,3	38,9	36,7	38,6	38,4	38,0	38,4	39,7	40,6	39,1	38,2	38,1	38,1

Tabelle 25: Vergleich der im NIR 2005 und NIR 2006 angegebenen NO-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Gg a ⁻¹ NO]														
NIR 2005	65,6	59,6	57,5	55,6	52,0	54,8	54,9	54,5	55,0	56,3	57,4	55,3	53,7	53,2	
NIR 2006	63,9	57,9	56,1	54,4	50,7	53,5	53,5	53,1	53,7	55,5	56,7	54,6	53,2	53,1	53,2

Tabelle 26: Vergleich der im NIR 2005 und NIR 2006 angegebenen NH₃-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	[Tg a ⁻¹ NH ₃]														
NIR 2005	0,122	0,111	0,105	0,109	0,099	0,110	0,111	0,112	0,115	0,122	0,126	0,131	0,129	0,127	
NIR 2006	0,115	0,105	0,099	0,103	0,093	0,104	0,104	0,106	0,109	0,117	0,121	0,125	0,124	0,123	0,128

7.3 Geplante Verbesserungen (quellenspezifisch) (4.D)

7.3.1 Ammoniak-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Diese Emissionen sollen weiter räumlich und zeitlich disaggregiert werden: Hierzu sollen die applizierten Dünger-Mengen nach Grünland und Ackerland differenziert werden. Die in einzelnen Landkreisen ausgebrachten Mengen sollen plausibel geschätzt werden. Eine zeitliche Auflösung von 1 Monat ist vorgesehen.

Die Emissionen während des Weidegangs sollen ebenfalls mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Monat erfasst werden.

7.3.2 Distickstoffoxid und Stickstoffmonoxid-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Es ist geplant, mittelfristig ein Tier-3-Verfahren zur Berechnung der Emissionen dieser Gase einzusetzen. Kurzfristig wird versucht, die Literatur zur Emission von NO aus landwirtschaftlichen Nutzflächen auszuwerten, um bessere Emissionsfaktoren zu gewinnen.

7.3.3 Unsicherheit der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden (4.D)

Die der Emissionsberechnung zugrunde gelegten statistischen Angaben müssen um Angaben über Fehler und Streuung erweitert werden, um die geforderten Unsicherheiten berechnen zu können. Das derzeitige Inventar für landwirtschaftliche Emissionen trägt dem bereits Rechnung. Die Einzelfehler in den Termen einer komplexen Emissionsfunktion müssten mit einer Fehlerfortpflanzungsrechnung zum Gesamtfehler verrechnet werden. Dies ist hier insbesondere für die NH₃-Emissionen durchzuführen, die zu indirekten Emissionen führen, ebenso für die dem Boden zugeführten N-Mengen nach Anwendung von Wirtschaftsdüngern.

8 Brandrodung (4.E)

Brandrodung wird in Deutschland nicht praktiziert (NO).

9 Verbrennen von Ernterückständen auf der Fläche (4.F)

Das Verbrennen von Ernterückständen ist in Deutschland untersagt. Die genehmigten Ausnahmen lassen sich nicht erfassen. Sie werden als irrelevant angesehen (NO).

10 Andere Bereiche (4.G.)

10.1 Beschreibung der Quellgruppe (4.G)

Die Quellgruppe „andere Bereiche“ umfasst derzeit die Emissionen von Partikeln aus der Tierhaltung in Ställen und der Landbewirtschaftung. Hierüber wird erstmals berichtet.

10.2 Methodische Aspekte und Anforderungen (4.G)

Für die Beschreibung der Emission von Stäuben fehlten zur Zeit der Erstellung des Inventars Richtlinien. Die Berechnung der Stäube aus der Bearbeitung von Ackerland wurde deshalb ein bei KLIMONT et al. (2002) beschriebenes und bei IIASA angewendetes Verfahren benutzt, das die Emissionen auf die bearbeiteten Flächen bezieht:

$$E_{PM10} = \sum A_a \cdot EF_{PM10} \cdot \beta$$

mit E_{PM10}	Emission [Gg a ⁻¹ PM ₁₀]
A_a	Ackerlandfläche [ha]
EF_{PM10}	Emissionsfaktor [$EF_{PM10} = 0,1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ PM}_{10}$]
β	Massenumrechnungsfaktor [$\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$]

Die benötigten Flächen werden der Flächennutzungsstatistik entnommen.

Die Berechnung der Emissionen aus der Tierhaltung beschränkt sich auf die Emissionen aus Ställen. Hier ist der Entwurf einer Richtlinie mit dem Status einer ersten Schätzung vorhanden (EMEP, 2005).

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

mit $E_{PM, i}$	PM-Emission einer Tierkategorie i [Gg a ⁻¹ PM]
β	Massenumrechnungsfaktor [$\beta = 10^{-6} \text{ Gg kg}^{-1}$]
x_{house}	Zeitanteil der Haltung im Stall [a ⁻¹]
x_{slurry}	Anteil der Population in Gülle-Systemen
EF_{slurry}	Emissionsfaktor für Gülle-Systeme [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]
x_{solid}	Anteil der Population in Festmistsystemen
EF_{solid}	Emissionsfaktor für Festmistsystemen [8kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]

Die Tierzahlen werden der Statistik entnommen. Sie werden gegebenenfalls korrigiert. Das Verfahren ist nur für eine Reihe von Tieren anwendbar. So fehlen Angaben für Geflügel weitgehend. Die Emissionsfaktoren gehen aus folgender Tabelle hervor:

Tabelle 27: PM10-Emissionen E_{PM10} aus der Bearbeitung von Ackerland.[Gg a⁻¹ PM10]

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
E_{PM10}	0,086	0,110	0,108	0,108	0,108	0,109	0,098	0,105	0,113	0,125	0,120	0,124	0,135	0,130	0,135

Tabelle 28: PM₁₀ und PM_{2,5}-Emissionen E_{PM10} und $E_{PM2,5}$ aus der Tierhaltung.[Gg a⁻¹ PM]

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
E_{PM10}	35,3	32,3	31,7	31,4	33,4	33,0	33,8	33,8	34,3	35,4	35,1	35,8	35,8	36,8	36,4
$E_{PM2,5}$	7,9	7,1	6,8	6,7	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	7,0	6,9	7,0	6,9	7,0	6,9

Tabelle 29: PM-Emissionsfaktoren EF_{PM} für Tierhaltung

Tierkategorie	Stalltyp	Emissionsfaktor für PM ₁₀ [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]	Emissionsfaktor für PM _{2,5} [kg Platz ⁻¹ a ⁻¹]
Milchkühe	Anbindehaltung oder eingestreut	0,36	0,23
	Boxenlaufstall (Gülle)	0,70	0,45
Färsen und Mastbullen	Festmist	0,24	0,16
	Gülle	0,32	0,21
Kälber	Festmist	0,16	0,10
	Gülle	0,15	0,10
Sauen	Festmist	0,58	0,094
	Gülle	0,45	0,073
Aufzuchtferkel	Festmist	*	*
	Gülle	0,18	0,029
Mastschweine	Festmist	0,50	0,081
	Gülle	0,42	0,069
Pferde	Festmist ¹⁾	0,18	0,12
Legehennen	Käfig	0,017	0,0021
	Voliere	0,27	0,052
Masthähnchen und -hühnchen	Festmist	0,35	0,045

* kein Emissionsfaktor angegeben

10.3 Quellspezifische Rückrechnungen (4.G)

Die Berechnungen wurden erstmals vorgenommen. Quellspezifische Rückrechnungen entfallen.

10.4 Unsicherheiten und Zeitreihenkonsistenz (4.G)

Die Datenbasis der Emissionsfaktoren ist vergleichsweise gering. Die Größenordnung der Angaben dürfte zutreffend sein. Die Zeitreihen sind konsistent.

10.5 Quellspezifische Qualitätssicherung/-kontrolle und Verifizierung (4.G)

Eine Qualitätssicherung war nicht möglich.

10.6 Geplante Verbesserungen (quellspezifisch) (4.G)

Die Verbesserung der Emissionsfaktoren für deutsche Verhältnisse soll innerhalb eines Forschungsvorhabens erreicht werden.

11 Literatur

- Boeckx P, Van Cleemput O (2001) Estimates of N₂O and CH₄ fluxes from agricultural lands in various regions in Europe. Nutr. Cycl. Agroecosyst. 60, 35-47
- Dämmgen U (2006) Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. Landbauforsch Völknerode, Sonderheft 291, 223-230
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2002) GAS-EM - A Procedure to Calculate Gaseous Emissions from Agriculture. Landbauforschung Völknerode 52, 19-42.
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2004): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR 2004 for 2002), Part 3. Methods and Data(GAS-EM). In: Dämmgen U Nationaler Inventarbericht 2004 - Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen: Teilbericht für die Quellgruppe Landwirtschaft. Landbauforsch. Völknerode SH 260, 199-262.
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2006) Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004. Methods

- and Data (GAS-EM). Landbauforsch Völkenrode, Sonderheft 291, 47-222.
- Dämmgen U, Kesselmeier J (2006) Potential Importance of the Emissions of Biogenic Sulfur Species from Animal Husbandry. In Vorbereitung
- Dämmgen U, Lüttich M (2006) The Derivation of Nitrogen Excretions for Dairy Cows from Available Statistical Data. Landbauforsch Völkenrode, Sonderheft 291, 231-244.
- EMEP (2000) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 2nd ed., EEA, Copenhagen, 2000
- EMEP (2001) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3rd edition, EEA, Copenhagen
- EMEP (2002) Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Chapter 1090 Manure Management Regarding Nitrogen Compounds. EEA, Copenhagen
- EMEP (2003) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3rd edition September 2003 UPDATE, EEA, Copenhagen, 2003
- EMEP (2004) 2004 Emission Inventory Review. http://www.emep.int/REVIEW/2004/KeySource_Analysis_2002.html
- EMEP (2005) Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Chapter 1015 Particle Emissions from Animal Husbandry. EEA, Copenhagen
- EMEP (2006) Atmospheric Emission Inventory Guidebook. Chapter 1090 Manure Management Regarding Nitrogen Compounds. Draft.
- 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
- IPCC (1996a) Intergovernmental Panel on Climatic Change: Greenhouse Gas Inventory, Workbook, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2, 1996
- IPCC (1996b) Intergovernmental Panel on Climate Change: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Reference Manual, Volume 3, 1996
- IPCC (2000) Intergovernmental Panel on Climatic Change, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories
- Lechtenböhrer S, Harthan R, Dämmgen U, Strogies M (2005): Umsetzung des Inventarplanes und nationale unabhängige Überprüfung der Emissionsinventare für Treibhausgase. Teilvorhaben 01. Pilotstudie unabhängige bilaterale Inventarüberprüfung. Endbericht im Auftrag des Umweltbundesamts FKZ: 202 42 203
- Lüttich M, Dämmgen U, Eurich-Menden B, Döhler H, Osterburg B (2004): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR 2004 for 2002). Part 2. Tables. In: Dämmgen U (Hrsg.) Nationaler Inventarbericht 2004 - Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen: Teilbericht für die Quellgruppe Landwirtschaft. Landbauforsch. Völkenrode SH 260, 33-198.
- Lüttich M, Dämmgen U, Eurich-Menden B, Döhler H, Osterburg B (2006): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004. Tables. Landbauforsch Völkenrode, Sonderheft 291 A.
- Reidy B, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Hutchings NJ, Luesink HH, Menzi H, Misselbrook TH, Monteny G-J, Webb J (2006) Comparison of models used for the calculation of national NH₃ emission inventories from agriculture: liquid manure systems. (In Vorbereitung)

Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004
 Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft - Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004

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

Ulrich Dämmgen¹, Manfred Lüttich¹, Helmut Döhler², Brigitte Eurich-Menden² and Bernhard Osterburg³

Inhaltsübersicht		Table of Contents	
Chapter			page
1	Einführung	Introduction	50
2	GAS-EM, Version 2005, Strukturen und Begriffe	GAS-EM, Version 2005, Structure and terminology	52
2.1	Aufbau	Structure	52
2.2	Einheiten und Symbole	Units and Symbols	54
2.3	Der Begriff „Emissionen“	The term “emissions”	55
2.4	Die Übersetzung von Fachbegriffen	Translation of technical terms	56
2.5	Datenlücken	Data gaps	57
2.6	Unsicherheiten	Uncertainties	57
2.7	Zitierweise von UN ECE Guidebook und IPCC Guidelines	References to the UN ECE Guidebook and to the IPCC Guidelines	58
2.8	Zitierweise von deutschen Statistiken	References to German Statistics Documents	58
3	Übersicht und Klassifikation der Quellen landwirtschaftlicher Emissionen	Survey and attribution of sources of emissions from agriculture to categories	59
4	Bestimmung von Emissionsfaktoren und Emissionsraten	Assessment of Emission Factors and Emission Rates	61
	<i>Jedes aufgeführte Kapitel enthält die folgenden Unterkapitel:</i>	<i>Each chapter listed includes the following sub-chapters:</i>	
x.x.x.1	<i>Rechenverfahren</i>	<i>Calculation procedure</i>	
x.x.x.2	<i>Aktivitätsdaten</i>	<i>Activity data</i>	
x.x.x.3	<i>Emissionsfaktoren</i>	<i>Emission factors</i>	
x.x.x.4	<i>Arbeitsmappe</i>	<i>Calculation file</i>	
x.x.x.5	<i>Räumliche und zeitliche Auflösung</i>	<i>Resolution in space and time</i>	
x.x.x.6	<i>Hinweise auf zugehörige Tabellen</i>	<i>Tables related to the respective chapter</i>	
x.x.x.7	<i>Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten (nur bei variablen IEF)</i>	<i>Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries (for variable IEF only)</i>	
4.1	Emissionen aus gedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen (SNAP 10 01 00, NFR 4D1)	Emissions from Cultures with Fertilizers (SNAP 100100, NFR 4D1)	61
4.1.1	Mineraldüngeranwendung	Application of Mineral Fertilizers	61
4.1.2	Wirtschaftsdüngeranwendung	Manure Application	65
4.1.3	Ausbringen von Klärschlämmen	Application of Sewage Sludge	67
4.1.4	Bewirtschaftete organische Böden (ehem. Hochmoorflächen)	Histosols	69
4.1.5	Methan-Deposition	Methane deposition	70
4.1.6	Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus land-	Non-Methane Volatile Organic Compounds	71

¹ Federal Agricultural Research Centre (FAL), Institute of Agroecology, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

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

³ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Rural Studies, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

4.1.7	wirtschaftlichen Nutzpflanzen Staub(PM10)-Emissionen aus der Bewirtschaftung von Ackerland	from Agricultural Plants Emissions of Particulate (PM10) from arable agriculture	73
4.1.8	Geplante Änderungen und Ergänzungen	Future Modifications and Supplementing	74
4.2	Emissionen aus ungedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen (SNAP 10 02 00, NFR 4D1)	Cultures without Fertilizers (Unfertilized Agricultural Land) (SNAP 10 02 00, NFR 4D1)	75
4.2.1	Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau	Biological N Fixation: Legumes	75
4.2.2	Auf der Weide verbleibende tierische Ausscheidungen	Excreta from Grazing Animals Returned to the Soil	76
4.2.3	Ernterückstände	Crop Residues	78
4.2.4	Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem N aus der Landwirtschaft	Indirect Emissions from Depositions of Reactive N Stemming from Agriculture	80
4.2.5	Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft	Indirect Emissions from Leached and Run off N Stemming from Agriculture	81
4.2.6	Geplante Änderungen und Ergänzungen	Future Modifications and Supplementing	83
4.3	Abbrennen (Abflämmen) von Ernterückständen (SNAP 10 03 00, NFR 4F)	Stubble Burning (SNAP 10 03 00, NFR 4F)	84
4.4	Methan-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung (Verdauung) (SNAP 10 04 00, NFR 4A, CRF 4A)	Enteric Fermentation (Methane emissions from enteric fermentation of agricultural animals) (SNAP 10 04 00, NFR 4A, CRF 4A)	85
4.4.1	Milchkühe	Dairy Cattle	85
4.4.2	Übrige Rinder	Other Cattle	93
4.4.2.1	Kälber	Calves	95
4.4.2.2	Färsen	Heifers	96
4.4.2.3	Mastbullen	Bulls (male beef cattle)	100
4.4.2.4	Mutterkühe	Suckling cows	105
4.4.2.5	Zuchtbullen	Bulls (mature males)	106
4.4.2.6	Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries	108
4.4.3	Schweine	Pigs	108
4.4.3.1	Sauen	Sows	109
4.4.3.2	Aufzuchtferkel	Weaners	113
4.4.3.3	Mastschweine	Fattening Pigs	117
4.4.3.4	Eber	Boars (mature males)	123
4.4.3.5	Schweine	All pigs	124
4.4.3.6	Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten	Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries	125
4.4.4	Schafe	Sheep	125
4.4.5	Ziegen	Goats	127
4.4.6	Pferde	Horses	129
4.4.7	Geflügel	Poultry	131
4.4.8	Pelztiere	Fur animals	131
4.4.9	Büffel	Buffalo	131
4.4.10	Geplante Änderungen und Ergänzungen	Future Modifications and Supplementing	132
4.5	Emissionen aus der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern I. Emissionen organischer Verbindungen (SNAP 10 05 00, NFR 4B)	Emissions from housing, manure storage and spreading in animal agriculture. I. Emissions of Organic Compounds (SNAP 10 05 00, NFR 4B)	133
4.5.1	Milchkühe	Dairy Cows	135
4.5.2	Übrige Rinder	Other Cattle	139
4.5.2.1	Kälber	Calves	139
4.5.2.2	Färsen	Heifers	141
4.5.2.3	Mastbullen	Bulls (male beef cattle)	143
4.5.2.4	Mutterkühe	Suckling cows	144
4.5.2.5	Zuchtbullen	Bulls (mature males)	145
4.5.2.6	Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für Rinder ohne Milchkühe mit	Intercomparison of implied emission factors (IEF) for other cattle with those in	147

	denen benachbarter Staaten	neighbouring countries	
4.5.3	Schweine	Pigs	147
4.5.3.1	Sauen	Sows	147
4.5.3.2	Aufzuchtferkel	Weaners	150
4.5.3.3	Mastschweine	Fattening pigs	151
4.5.3.4	Eber	Boars	153
4.5.3.5	Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für Schweine insgesamt mit denen benachbarter Staaten	Intercomparison of implied emission factors (IEF) for pigs with those in neighbouring countries	154
4.5.4	Schafe	Sheep	154
4.5.5	Ziegen	Goats	157
4.5.6	Pferde	Horses	158
4.5.7	Geflügel	Poultry	159
4.5.8	Pelztiere	Fur animals	163
4.5.9	Büffel	Buffalo	163
4.6	Pestizide und Düngerkalk (SNAP 100600)	Pesticides and limestone (SNAP 100600)	165
4.6.1	Pestizide	Pesticides	165
4.6.2	Düngerkalk	Limestone	166
[4.7]	[Bewirtschaftete Laubwälder (SNAP 111100)]	[Managed deciduous forests (SNAP 111100)]	168
[4.8]	[Bewirtschaftete Nadelwälder (SNAP 111200)]	[Managed deciduous forests (SNAP 111200)]	168
4.9	Emissionen aus der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. II. Ammoniak-Emissionen (SNAP 100900)	Emissions from housing, manure storage and spreading in animal agriculture. II. Emissions of Ammonia (SNAP 100900)	169
4.9.1	Milchkühe (SNAP 100901)	Dairy cows (SNAP 100901)	173
4.9.2	Übrige Rinder (SNAP 100902)	Other cattle (SNAP 100902)	182
4.9.2.1	Kälber	Calves	182
4.9.2.2	Färsen	Heifers	184
4.9.2.3	Mastbullen	Bulls (beef cattle)	186
4.9.2.4	Mutterkühe	Suckling cows	188
4.9.2.5	Zuchtbullen	Bulls (mature males)	189
4.9.3	Schweine	Pigs	190
4.9.3.1	Zuchtsauen (SNAP 100904)	Sows (SNAP 100904)	190
4.9.3.2	Aufzuchtferkel	Weaners	194
4.9.3.4	Mastschweine (SNAP 100903)	Fattening pigs (SNAP 100903)	196
4.9.3.4	Eber	Boars	199
4.9.4	Schafe (SNAP 100905)	Sheep (SNAP 100905)	200
4.9.5	Ziegen (SNAP 100905)	Goats (SNAP 100905)	202
4.9.6	Pferde (SNAP 100906)	Horses (SNAP 100906)	203
4.9.7	Legehennen (SNAP 100907)	Laying hens (SNAP 100907)	204
4.9.8	Masthähnchen und -hühnchen (SNAP 100908)	Broilers (SNAP 100908)	206
4.9.9	Weiteres Geflügel: Gänse, Enten, Puten, Junghennen (SNAP 100909)	Other Poultry: geese, ducks, turkeys, pullets (SNAP 100909)	207
4.9.10	Pelztiere	Fur animals	209
4.9.11	Büffel	Buffalo	210
4.9.12	Wirtschaftsdüngerimporte aus dem Ausland	Manure imports from abroad	211
4.10	Emissionen aus der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern III. Stäube (SNAP 1015, NFR 4B)	Emissions from housing, manure storage and spreading in animal agriculture. III. Particulate matter (SNAP 1015, NFR 4B)	213
5	Dank	Acknowledgements	216
6	Literaturverzeichnis	References	217

1 Einführung

Gasförmige und partikelförmige Emissionen aus der Landwirtschaft sind in Europa

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

zum Gegenstand nationaler und internationaler gesetzlicher Regelungen geworden.

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

In den internationalen Vereinbarungen ist ebenfalls festgelegt, wie solche Emissionsinventare erstellt werden sollen bzw. müssen. Entsprechende Handreichungen werden innerhalb des Genfer Luftreinhalteabkommens (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) (LRTAP, 2005) im Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 3. Auflage), innerhalb der Klimarahmenkonvention (UNFCCC, 2005) in IPCC Guidelines und Good Practice Guidance (IPCC, 1997, 2000) zusammengefasst.

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 von BMU und 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. Es sollte also die Erstellung von Szenarien auch unter Einbeziehung von Techniken erlauben, die derzeit in Deutschland nicht üblich sind. Da Entscheidungen über Veränderungen von Gebäuden, Techniken oder zeitlichen Planungen aber letztlich auf Betriebsebene fallen, sollten die Rechnungen im

1 Introduction

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, which are adequately precise and exhibit an adequate resolution both in time and space are needed.

In the 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 (LRTAP, 2005) in form of the Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR, 3rd edition): Within the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2005), the IPCC Guidelines and Good Practice Guidance (IPCC, 1997, 2000) 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. It was therefore constructed in a way that it also includes techniques which are not customary in Germany. As decisions on alterations of houses or on the introduction of new techniques are made on the farm level, the method was to be

Prinzip auch in der Lage 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 der ersten Fassung waren Gegenstand von Verbesserungen bzw. Weiterentwicklungen des Programms. Die hier verwendete Version 2005 bezieht sich weitgehend auf die in Döhler et al. (2002) erarbeiteten Ergebnisse, verwendet aber die jeweils neuesten Versionen der internationalen Regelwerke (EMEP/CORINAIR, 3. Auflage) einschließlich der als Entwurf verfügbaren Kapitel des Guidebook sowie IPCC (1997, 2000) und bezieht Ergebnisse ein, die im internationalen Vergleich benachbarter Staaten erarbeitet wurden (EAGER, 2005).

Der vorliegende Text aktualisiert die bei Dämmgen et al. (2002) zuletzt beschriebenen Datengrundlagen und Rechenverfahren und behandelt im Vergleich zum NIR 2003 neue Quellgruppen. Er dient als Dokumentation der Einzelheiten sämtlicher Rechnungen.

suitable for the calculation of (typical) emissions of single farm enterprises.

The procedures used 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, the programme has been developed and updated. Version 2005, which is used for the present inventory, is based on results described in Döhler et al. (2002). However, it makes use of the latest available editions of the international guidelines, i.e. of EMEP/CORINAIR (3rd edition), including draft chapters of the Guidebook, as well as IPCC (1997, 2000). It also includes results of international co-operation between experts (EAGER, 2005).

The text on hand updates the data base and calculation procedures described in Dämmgen et al. (2002). It also deals with new types of sources, as compared with NIR 2003. It serves as comprehensive documentation of the details of all calculations performed.

2 GAS-EM, Version 2005, Strukturen und Begriffe

GAS-EM ist ein modulares Tabellenkalkulationsprogramm⁴ zur Abschätzung gasförmiger und partikelförmiger Emissionen aus Tierhaltung und Pflanzenbau in der Landwirtschaft und dem kommerziellen Gartenbau.

Entsprechend den in EMEP/CORINAIR (2002) angegebenen Richtlinien berechnet GAS-EM die Emissionen aus Emissionsfaktoren bzw. -funktionen und darauf bezogenen statistischen Daten (Aktivitäten). Der Aufbau des Gesamtprogramms folgt der Gliederung des Handbuchs von EMEP/CORINAIR (2002 ff).

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.

2.1 Aufbau

GAS-EM folgt einem Konzept, das Emissionen in einem System von Stoffflüssen wie in Abbildung 2.1 quantifiziert. Die Rechnungen werden, soweit dies geht, in Rechenblättern zusammengefasst, die die einzelnen Subsysteme (soil/plant subsystem, animal subsystem etc), widerspiegeln.

Für jeden Emittententyp wird eine Arbeitsmappe mit einem Titelblatt, einem Eingabeblatt für Aktivitätsgrößen bzw. deren Häufigkeitsverteilungen, einem Eingabeblatt für Emissionsfaktoren bzw. den Expertenschätzungen, die ihnen zugrunde liegen, einem zusammenfassenden Ausgabeblatt und einem oder mehreren Rechenblättern angelegt. Zusätzlich sind ein Blatt für Nebenrechnungen und ein Blatt für Konfidenzintervalle angelegt. Die Namen der Arbeitsmappen sind entweder die entsprechenden SNAP⁵ (alle Emittententypen außer Tieren, z.B. „1002“) oder Kürzel (alle Tierkategorien, z.B. „Dc“ für „dairy cattle“).

2 GAS-EM, Version 2005, Structure and Terminology

GAS-EM is a modular programme⁴ to estimate gaseous and particulate emissions from animal agriculture and crop production including professional horticulture.

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 to calculate 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.

2.1 Structure

GAS-EM makes use of a mass flow concept which is illustrated in Figure 2.1. As far as possible, calculations are grouped in calculation files which reflect the single subsystems (soil/plant subsystem, animal subsystem etc) shown in this graph.

For each type of emitter a calculation 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.

The names X of each sheet either denote the respective SNAP⁵ (all categories except animals, e.g. “1002”), or are an abbreviation deduced from the animal subcategory (all animal categories, e.g. “Dc” for “dairy cattle”).

⁴ This programme was established under Excel 97.

⁵ SNAP: Selected Nomenclature for Air Pollutants, (EMEP BNPA-1, see also Table 3.1)

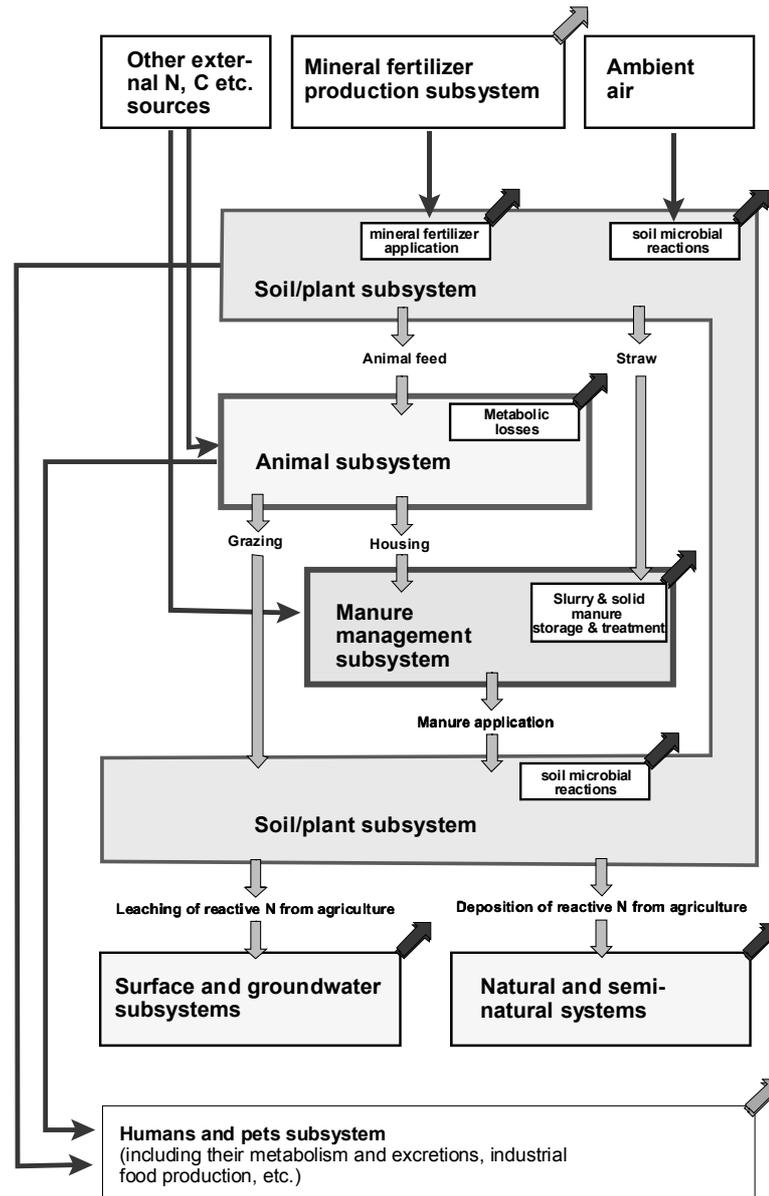


Figure 2.1: Mass flows considered in the EMEP/CORINAIR Guidebook Chapter 10 (Agriculture): Narrow black arrows: mass flow between external sources and sinks and the agricultural subsystems; sloping broad black arrows: emissions to the atmosphere. Vertical broad grey arrows: fluxes between agricultural subsystems. Sloping broad grey arrows: emissions not accounted for as agricultural emissions (Dämmgen et al., 2003).

Das **Eingabeblatt X_freq** enthält die Datenfelder für die Eingaben zeitlich variabler nationaler statistischer Daten, deren Umrechnung bzw. Zusammenführung zu SNAP-Kategorien sowie von Emissionsfaktoren. Bei Häufigkeiten, deren Summen jeweils 100 % sein müssen, ist eine Kontrollzelle angelegt, die auf Eingabefehler hinweist.

Das **Eingabeblatt X_exp** enthält die zur Berechnung von Emissionsfaktoren oder -funktionen nötigen zeitlich konstanten Angaben sowie die relevanten Emissionsfaktoren (einfache und detail-

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 SNAP categories. Whenever frequency distributions must add up to 100 %, a control cell indicates errors in the data input.

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).

lierte 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, IPCC 2000) sowie für den nationalen Gebrauch nach Angaben des Umweltbundesamtes benötigt werden.

Die Daten des Eingabe- und des Ausgabeblattes lassen sich aus Datenbanken einlesen bzw. in sie auslesen.

Die **Rechenblätter** verrechnen die Input-Daten und enthalten alle Rechenschritte. Für Emissionen aus der Verdauung, für die Emission von C- und N-Spezies aus dem Dünger-Management und für Emissionen von Partikeln sind getrennte Rechenblätter angelegt (**X_ent_fer**, **X_C_cal** und **X_N_cal**, **X_PM**)

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 entsprechenden Stellen durch Hyperlink verknüpft.

2.2 Einheiten und Symbole

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

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

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

Entgegen anderen, nicht SI-konformen Gepflogenheiten werden verwendet

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

Die Einheit dt (Dezitonne) wird nicht verwendet.

Die Erläuterungen zu Einheiten werden nach den Einheiten angegeben, also

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

Sofern unspezifische Angaben von Bruchteilen

The output **sheets 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; IPCC 2000) and for the national requirements according to information provided by the German Umweltbundesamt.

Data in data banks can be imported into the input sheet, data can be exported into data banks from the output sheet.

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

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.

2.2 Units and Symbols

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

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

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

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

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

The unit dt (deciton) is not used.

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

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

The use of unspecified fractions (such as %) is

(wie in %) nicht eindeutig zugeordnet werden können, werden Brüche von Einheiten verwendet (etwa kg kg^{-1} , MJ MJ^{-1}).

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.

Tabelle 2.1 gibt eine Auflistung häufig gebrauchter Symbole, Tabelle 2.2 die der verwendeten Abkürzungen für die Bundesländer.

Table 2.1 provides a list of symbols used frequently, Table 2.2 the abbreviations used for the German Federal States (Bundesländer).

Table 2.1
 List of symbols frequently used

α	Umrechnungsfaktor für Zeit	time conversion factor
A	Fläche	area
β	Umrechnungsfaktor für Massen in andere Einheiten	mass unit conversion factor
γ	Stöchiometrischer Umrechnungsfaktor für Massen	stoichiometric conversion factor of mass
E	Emission	emission
EF	Emissionsfaktor	emission factor
F	Massenfluss	mass flow
IEF	resultierender Emissionsfaktor	implied emission factor
m	Masse	mass
n	Anzahl	number
t	Temperatur	temperature
X, x	Bruchteil	fraction

Table 2.2
 Abbreviations used for the German Federal States

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

2.3 Die Begriffe „Emissionen“ und „Emissionsfaktoren“

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

- Emissionsstrom (zeitbezogene Masse) Symbol gegenwärtig E oder als
- Emissionsstromdichte (zeit- und flächenbezogene Masse) Symbol gegenwärtig E

bezeichnet.

2.3 The terms “emissions” and “emission factors”

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 transferred in this process are

- emission rate (mass over time), symbol used at present E or
- emission rate density (mass over time and area), symbol used at present E

$$E_i = \frac{\Delta m_i}{\Delta t}$$

$$E_i = \frac{1}{A} \cdot \frac{\Delta m_i}{\Delta t}$$

where	E_i	emission of a species i (e.g. ammonia)
	m_i	mass of a species (e.g. ammonia)
	t	time
	A	area

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.

Die in den Regelwerken derzeit angewendeten Beschreibungen zur Ermittlung von Emissionsströmen und Emissionsstromdichten weichen hinsichtlich des Gebrauchs von Größen, Einheiten und Schreibweisen von der Norm ab und sind teilweise inkonsistent.

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

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).

As far as the use of entities, units and symbols are concerned, 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.

$$IEF = \frac{\sum E_i}{\sum n_i}$$

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

2.4 Die Übersetzung von Fachbegriffen

Die Übersetzung von Fachbegriffen orientiert sich am „Glossary of terms on livestock manure management 2003“ (RAMIRAN 2003). Eine vollständige Berücksichtigung ist im vorliegenden Bericht und den Arbeitsblättern noch nicht möglich.

Die Angabe des Rechenverfahrens erfolgt normalerweise nach den Vorgaben der EMEP/CORINAIR Richtlinien, d.h. als

- Erste Schätzung
- Einfacheres Verfahren
- Detailliertes Verfahren

Dem einfacheren Verfahren entspricht in der IPCC-Nomenklatur das Stufe-1-Verfahren (Tier-1-

2.4 Translation of technical terms

The translation of technical terms makes use of the “Glossary of terms on livestock manure management 2003” (RAMIRAN 2003). However, a complete check of the report and the calculation files will not be possible in this edition of GAS-EM.

Calculations normally follow the structure and principles of EMEP/CORINAIR guidance, i.e. they are classified

- first estimate
- simpler methodology
- detailed methodology

In IPCC nomenclature, the Tier-1 approach is equivalent to the simpler methodology, the Tier-2

Method), dem detaillierten Verfahren das Stufe-2-Verfahren.

Wegen der Doppeldeutigkeit des Wortes „Tier“ wird im deutschen Text stets der Begriffe „Stufe“ verwendet.

2.5 Datenlücken

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

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

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

2.6 Unsicherheiten

Die Beschreibung der Unsicherheiten der Emissionsberechnungen orientiert sich an IPCC (2000) „Quantifying Uncertainties in Practice“ und „Quality Assurance and Quality Control“ sowie 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).

Das vorliegende Inventar schließt die folgenden Schritte ein:

- Die Beschreibung der Unsicherheiten der Aktivitätsdaten
- Die Beschreibung der Verfahren zur Ergänzung unvollständiger Zeitreihen von Aktivitätsdaten

approach to the detailed methodology.

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”.

2.5 Data gaps

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

- Data sets, which are missing completely, i.e. animal numbers for years without national census, 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 (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 calculation the respective Länder data, where the respective animal number totals are multiplied with the weighted mean of the emission factors derived from the rural districts.
- Missing data due to data protection for the city states (Berlin, Bremen, Hamburg) are considered to be zero in this inventory.

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

2.6 Uncertainties

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 inventory at hand comprises the following steps:

- The description of the uncertainties of activity data
- the description of the procedures to complete activity data sets with gaps
- The description of uncertainties of emis-

- Die Beschreibung der Unsicherheiten der Emissionsfaktoren bzw. der Ableitung der Emissionsfaktoren
- Bei Verwendung von default values wird überprüft, ob die Randbedingungen der default-Werte zutreffen
- Bei Verwendung nationaler Daten werden alle Einzelschritten dokumentiert; sofern möglich, werden die Unsicherheiten genannt.
- Sprünge in Zeitreihen werden kommentiert.

Sofern Unsicherheiten (vorläufig) nicht quantifiziert werden können, wird dies berichtet.

Fehlerfortpflanzungsrechnungen werden noch nicht durchgeführt.

2.7 Zitierweise von UN ECE Guidebook und IPCC Guidelines

Die Kapitel und Seiten des EMEP/CORINAIR Guidebook (EMEP/CORINAIR, on-line-Version) werden unter Nutzung des jeweiligen Publikationsjahres, des abgekürzten SNAP. z.B. EMEP(2003)-B1010, und der Seitenzahl, wie sie in der Fußzeile des Guidebook genannt ist, z.B. EMEP(2003)-B1010-7, zitiert. Bei den IPCC-Guidelines (IPCC 1996) und IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2000) wird entsprechend vorgegangen: Erscheinungsjahr, Band und Seitenzahl werden angegeben, z.B. IPCC(1996)-3-4.39.

2.8 Zitierweise von deutschen Statistiken

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.

sion factors or the derivation of emission factors, respectively

- When default data are used, the validity of the marginal conditions for Germany are checked.
- When national data are used, all single Steps and details are documented. Uncertainties are given whenever possible.
- Staggering time series are commented on.

If uncertainties cannot be quantified yet, this is noted.

Error propagation calculations are not yet performed.

2.7 References to the UN ECE Guidebook and to the IPCC Guidelines

References to chapters and pages of the EMEP/CORINAIR Guidebook (EMEP/CORINAIR, on-line version) make use of the year of publication of the respective chapter, the abbreviated SNAP, e.g. EMEP(2003)-B1010, and the page number, as used in the Guidebook foot [e.g. EMEP(2003)-B1010-7], similarly the IPCC-Guidelines (IPCC 1996) and the IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC 2000) are referred to quoting the volume and the page number, e.g. IPCC(1996)-3-4.39.

2.8 References to German Statistics Documents

Data available from official German statistics are characterized 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.

3 Übersicht und Klassifikation der Quellen landwirtschaftlicher Emissionen

Nach EMEP/CORINAIR (2000) 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.

Die landwirtschaftlichen Aktivitäten, die zu Emissionen führen, sind in Tabelle 3.1 aufgeführt. Die Tabelle gibt auch an, mit welchem Maß an Detailliertheit die einzelnen Prozesse bzw. Quellen in Deutschland (und innerhalb dieser Arbeit) im Sommer 2005 beschrieben werden können.

Unterschieden werden dabei:

- **„Einfachere Verfahren“** („simpler methodologies“), die sich auf statistische Größen und mittlere Emissionsfaktoren („default emission factors“) stützen. Die Verfahren entsprechen den Stufe-1-Verfahren im IPCC-Regelwerk.
- **„Verbesserte Verfahren“** („improved methodologies“), die sich zumindest teilweise auf gemessene oder berechnete Ausgangsgrößen (sowohl auf „activities“ als auch auf „emission factors“) beziehen.
- **„Detaillierte Verfahren“** („detailed methodologies“), die den Gesamtprozess in seine Teilprozesse und die Gesamtpopulation (z.B. „all other cattle“) in Teilpopulationen (Mutterkühe, Mastrinder, Kälber, usw.) aufzulösen gestatten. Die Verfahren entsprechen den Stufe-2-Verfahren im IPCC-Regelwerk.
- In einigen Fällen wurden **erste Schätzungen** („first estimates“) vorgenommen. Sie sollen einen Einblick in die Größenordnung von Emissionen erlauben, wo eine hinreichende Datenbasis noch nicht existiert.
- Die genannten Verfahren können in den Regelwerken vorgegebene oder **nationale Emissionsfaktoren** (nationale *EF*) enthalten. Die Herkunft der *EF* ist dann ausführlich beschrieben.

3 Survey and attribution of sources of emissions from agriculture to categories

EMEP/CORINAIR (2000) regard only emissions from arable and animal agriculture themselves and those (indirect) emissions which can directly traced back to agricultural activities as agricultural emissions.

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

The agricultural activities leading to emissions are listed in Table 3.1. His table also indicates how detailed the processes or sources can be described and quantified for Germany and within the scope of this project at present (i.e. summer 2005).

We distinguish between:

- **“simpler methodologies”**, which combine statistical data directly with mean emission factors (“default emission factors”). These procedures are equivalent to Tier 1 methods provided within the IPCC Guidelines.
- **“improved methodologies”**, which at least partly rely on the use of measured or calculated quantities both for activities and emission factors, and
- **“detailed methodologies”**, which allow the overall emitting process into its constituents or overall populations (e.g. “all other cattle”) in single populations (e.g. suckling cows, beef cattle, calves, etc.). These procedures are equivalent to Tier 2 methods provided within the IPCC Guidelines.
- In some cases, **first estimates** are made. They are to provide estimation of the order of magnitude of emissions where the data base is still inadequate.
- The procedures mentioned may contain emission factors given in the guidance documents or national emission factors (national *EF*). In the latter case, the derivation of *EF* is described in detail.

Table 3.1

Classification of activities according to EMEP/CORINAIR (2000), their attribution to SNAP and their treatment in this inventory

		SNAP	NH ₃	N ₂ O	NO	CH ₄	NM VOC	CO ₂	PM
Cultures with fertilizers	Application of mineral fertilizers	10 01 00	S, D	S, I	S				
	Application of animal manure			S	S				
	Application of sewage sludge			S					
	Histosols (Managed organic soils)	10 01 00		S					
	Methane deposition					S			
Non-methane organic compounds from agricultural plants	10 01 00					[FE]			
Emissions of particulate matter (PM10) from arable agriculture								[FE]	
Cultures without fertilizers	Biological N fixation: legumes	10 02 00	S, D	S, N	S, N				
	Animal grazing	10 02 00	S, D	S	S				
	Crop residues	10 02 00		S, N	S, N				
	Indirect emission from deposition	10 02 00		S					
	Indirect emission from leached N	10 02 00		S					
Stubble burning		10 03 00							
Natural grasslands and other vegetation	Natural grasslands, crops	11 04 01							
Enteric fermentation	Dairy cows	10 04 01				D			
	Other cattle	10 04 02				D			
	Sheep	10 04 03				S			
	Goats					S			
	Pigs	10 04 04				D			
	Horses	10 04 05				S			
	Poultry								
	Fur animals								
Buffalo					S				
Manure management Regarding Organic Compounds	Dairy cows	10 05 01				D	FE		
	Other cattle	10 05 02				D	FE		
	Fattening pigs	10 05 03				D	FE		
	Sows	10 05 04				D	FE		
	Sheep	10 05 05				D	FE		
	Goats					S			
	Horses	10 05 06				S			
	Laying hens	10 05 07				S	FE		
	Broilers	10 05 08				S	FE		
	Other poultry	10 05 09				S			
	Fur animals	10 05 10							
Buffalo					S				
Pesticides and Limestone	Pesticides and liming	10 06 00					S	S	
Manure management Regarding Nitrogen Compounds	Dairy cows	10 09 01	S, D	S	S				
	Other cattle	10 09 02	S, D	S	S				
	Fattening pigs	10 09 03	S, D	S	S				
	Sows	10 09 04	S, D	S	S				
	Sheep	10 09 05	S, I	S	S				
	Goats		S	S	S				
	Horses	10 09 06	S, D	S	S				
	Laying hens	10 09 07	S, I	S	S				
	Broilers	10 09 08	S, I	S	S				
	Other poultry	10 09 09	S, I	S	S				
	Fur animals	10 09 10	S						
	Buffalo		S	S	S				
	Manure imports from abroad		S	S	S				
Particulate matter	Emissions from animal housing	10 10 00							FE

Methods applied in the present inventory (summer 2005): S: Simpler methodology, D: detailed methodology, FE: first estimate, I: improved methodology. N: National methods. Letters in brackets (e.g. [S]) indicate that a methodology is available outside EMEP or IPCC. Bold letters indicate that this method is applied in the inventory at hand.

4 Bestimmung von Emissionsfaktoren und Emissionsraten

4.1 Emissionen aus gedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen (SNAP 10 01 00, NFR 4D1)

Gedüngte landwirtschaftliche Nutzflächen umfassen

- Dauerkulturen,
- Ackerland,
- Gartenland und
- gedüngtes Grünland,

die mit stickstoffhaltigen Düngemitteln (Mineraldüngern und Wirtschaftsdüngern) behandelt werden.

N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sind eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus und ihres Trends (UBA 2005); NH₃- und NO-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sind nach EMEP (2005) ebenfalls jeweils eine Hauptquellgruppe.

4.1.1 Mineraldüngeranwendung

4.1.1.1 Rechenverfahren

Alle Emissionen werden auf die Stickstoff-Einträge mit Düngern bezogen. Bei NH₃-Emissionen wird weiter nach Düngertypen unterschieden; Regionen werden durch die mittleren Frühlingstemperaturen charakterisiert.

Ammoniak-Emissionen

detailliertes Verfahren: EMEP(2003)-B1010-17

$$E_{\text{NH}_3} = \sum m_{\text{fert}, i, A} \cdot EF_{i, A} \cdot c_i + \sum m_{\text{fert}, i, B} \cdot EF_{i, B} \cdot c_i + \sum m_{\text{fert}, i, C} \cdot EF_{i, C} \cdot c_i$$

with E_{NH_3} emission flux (in Gg a⁻¹ NH₃-N)
 $m_{\text{fert}, i, A}$ mass of fertilizer N applied as type i in region A (in Gg a⁻¹ N)
 $EF_{i, A}$ emission factor for fertilizer type i in region A (in kg kg⁻¹ N)
 c_i multiplier reflecting soil pH

Emissionen von Distickstoffoxid, Stickstoffmonoxid und Distickstoff

N₂O

Stufe-1-Verfahren: IPCC(1996)-3-4.88,

NO

einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-

15

N₂

erste Schätzung: nationales Verfahren

4 Assessment of Emission Factors and Emission Rates

4.1 Emissions from Cultures with Fertilizers (SNAP 10 01 00, NFR 4D1)

Fertilized agricultural areas comprise

- permanent crops,
- arable land crops,
- market gardening and
- fertilized grassland

which are treated with nitrogen fertilizers (mineral fertilizer and manures).

N₂O emissions from agricultural soils are a key source with respect to level and trend (UBA 2005). NH₃ and NO emissions from agricultural soils are also regarded to be key sources (EMEP 2005).

4.1.1 Application of Mineral Fertilizers

4.1.1.1 Calculation procedure

All emissions are related to nitrogen inputs with fertilizers. For NH₃ emissions, various fertilizer types are distinguished; regions are differentiated according to their mean spring temperatures.

Ammonia emissions

detailed methodology: EMEP(2003)-B1010-17

Emissions of nitrous and nitric oxides and dinitrogen

N₂O

Tier 1 methodology: IPCC(1996)-3-4.88,

NO

simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-15

N₂

first estimate: national approach

$$E_{\text{N}_2\text{O}-\text{N}, \text{direct}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}}$$

$$E_{\text{NO}-\text{N}, \text{direct}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{fert}, \text{NO}} \cdot \gamma_{\text{NO}}$$

$$E_{\text{N}_2, \text{direct}} = m_{\text{fert}} \cdot EF_{\text{fert}, \text{N}_2}$$

where	$E_{\text{N}_2\text{O}-\text{N}, \text{direct}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
	$E_{\text{NO}-\text{N}, \text{direct}}$	emission flux of NO directly emitted from soils (in Gg a ⁻¹ NO)
	$E_{\text{N}_2, \text{direct}}$	emission flux of N ₂ directly emitted from soils (in Gg a ⁻¹ N ₂)
	m_{fert}	amount of N applied with mineral fertilizer applied (in Gg a ⁻¹ N)
	$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}}$	emission factor for N ₂ O emissions from mineral fertilizers (in kg kg ⁻¹ N)
	$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
	$EF_{\text{fert}, \text{NO}}$	emission factor for NO emissions from mineral fertilizers (in kg kg ⁻¹ N)
	γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
	$EF_{\text{fert}, \text{N}_2}$	emission factor for N ₂ emissions from mineral fertilizers (in kg kg ⁻¹ N)

4.1.1.2 Aktivitätsdaten

Berücksichtigte Düngermengen

Statt der ausgebrachten Düngermenge wird die statistisch erfasste verkaufte Düngermenge angesetzt in der Annahme, dass die Änderung der Vorräte klein ist gegenüber der verkauften Menge.

Klassierung der Dünger

Die nationalen Bezeichnungen für N-Dünger werden wie in Tabelle 4.1 den SNAP-Bezeichnungen zugeordnet:

Table 4.1:
Attribution of German national classes of N fertilizers to SNAP categories

German classification	SNAP 100100
<i>in 1994 and thereafter</i>	
Ammonsalpetersorten	ammonium nitrate
Harnstoff	urea
andere Einnährstoffdünger	other complex NK and NPK fertilizers
NP-Dünger	combined NP fertilizers
<i>prior to 1994</i>	
andere Ammonsalpetersorten und Kalkstickstoff	ammonium nitrate

Quelle statistischer Daten

StatBA FS 4, R 8.2 für jedes Jahr

Schließen von Datenlücken

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 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.

4.1.1.2 Activity data

Amounts of fertilizers used

German statistics give the amount of fertilizers sold. Assuming that the change of fertilizers stocked is small compared with the amount of fertilizers sold, the amount of fertilizer sold is taken to be the amount of fertilizer applied.

Classification of fertilizers

The German national classification for N fertilizers as used in the statistics is translated into SNAP categories according to Table 4.1.

Source of statistical data

StatBA FS 4, R 8.2 for each year

Data gap closure

For 1990 to 1993, information about fertilizer in the New Länder (former GDR) was available as total of N sold. The detailed data for 1994 were used to estimate the distribution of fertilizer for the single Länder as well as the frequency distribution of the various fertilizer types.

The missing data for Saarland in 1991 were replaced by the respective data for 1990.

No data were available for the City Länder (Hamburg, Bremen, Berlin).

Unsicherheit statistischer Daten

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.

4.1.1.3 Emissionsfaktoren

Ammoniak

Detailliertes Verfahren:

EMEP(2003)-B1010-18 für die jeweilige Region B ($6\text{ °C} < t_s < 13\text{ °C}$).

Zu den mittleren Frühlingstemperaturen t_s (Lufttemperaturen) siehe Karte 4.1. Die Regionen mit mittleren Frühlingstemperaturen $< 6\text{ °C}$ (Rügen, Oberharz, Hochsauerland, Schneifel, Thüringer Wald, Schwarzwald, Alpenrand) sind hinsichtlich ihrer landwirtschaftlichen Nutzung insgesamt von so geringer Bedeutung, dass sie eine getrennte Behandlung in Region C vorerst überflüssig machen.

Die Emissionsfaktoren sind in Tabelle 4.2 aufgeführt.

Uncertainty of statistical data

The uncertainty of the amounts of fertilizer sold is unknown.

The amount of fertilizer which was acquired in one Federal State and applied in another, is considered negligible.

The assumption that the amount of fertilizer sold equals in practice the amount applied is plausible and should be correct for the mean of several years.

4.1.1.3 Emission factors

Ammonia

Detailed methodology:

EMEP(2003)-B1010-18, for the climatic region B ($6\text{ °C} < t_s < 13\text{ °C}$).

For mean spring air temperatures t_s see Map 4.1. Regions with mean spring temperatures $< 6\text{ °C}$ (Rügen, Oberharz, Hochsauerland, Schneifel, Thüringer Wald, Schwarzwald, foothills of the Alps) are of little importance with respect to their agricultural production. Therefore, a separate treatment of these areas (Region C) is temporarily considered superfluous.

The emission factors are listed in Table 4.2.

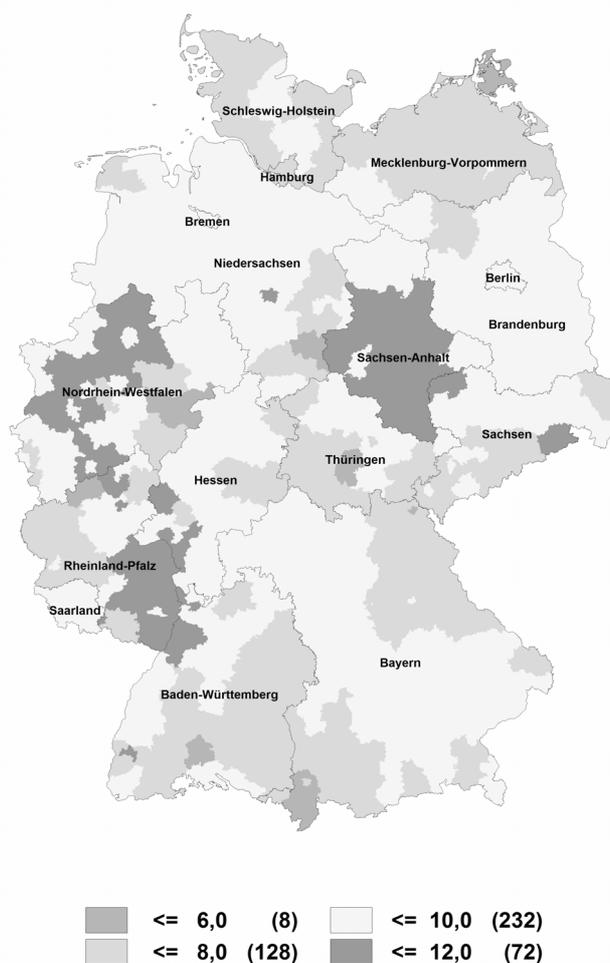
Table 4.2:
Emission factors for ammonia emissions from mineral fertilizers in $\text{kg kg}^{-1}\text{ N}$ (EMEP(2003)-B1010-18)

Fertilizer type	Region A EF_A	Region B EF_B	Region C EF_C	Multiplier c	Comment
ammonium sulphate	0.025	0.020	0.015	10	1)
ammonium nitrate	0.020	0.015	0.010	1	
calcium ammonium nitrate	0.020	0.015	0.010	1	
anhydrous ammonia	0.04	0.03	0.02	4	
urea	0.20	0.17	0.15	1	
nitrogen solutions	0.11	0.09	0.07	1	2)
ammonium phosphates	0.025	0.020	0.015	10	1)
other NK and NPK	0.020	0.015	0.010	1	3)
nitrate only (e.g. KNO_3)	0.007	0.005	0.005	1	

1) Note very strong pH effect supported by measurements and chemical principles (Harrison and Webb, 2001)

2) saturated solution of urea and ammonium nitrate

3) for fertilizers largely based on ammonium nitrate



Map 4.1

Mean spring air temperatures t_s in Germany in °C. Numbers in brackets denote the number of districts in the respective bin (for details see Lüttich and Dämmgen, 2005).

Distickstoffoxid (Lachgas)

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-14

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-15

$$EF_{\text{fert}, \text{NO}} = 0,007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Distickstoff

Einfacheres Verfahren (nationaler EF):

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 N_2 zu $\text{N}_2\text{O-N}$ 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.,

Nitrous oxid

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-14

$$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Nitric oxide

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-15

$$EF_{\text{fert}, \text{NO}} = 0.007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Dinitrogen

Simpler methodology (national EF):

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 N_2 is derived from the emission ratio normally observed for N_2 and $\text{N}_2\text{O-N}$, 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;

1999, Cai et al., 2001; dagegen aber auch Mosier et al., 1986, Vermosen et al., 1996). Zur Deutung der Spannbreite der Ergebnisse siehe Van Cleemput (1998).

Ein Faktor von $0,1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ wird verwendet. Dieser Emissionsfaktor stimmt mit anderen aus der neueren Literatur überein (vgl. Oura et al., 2001).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

NH₃:

Düngeranwendung: größenordnungsmäßig 10 % (EMEP(2003)-B1010-25);

NO:

Düngeranwendung: Größenordnung wahrscheinlich zutreffend (EMEP(2003)-B1010-26);

N₂O:

Düngeranwendung: Größenordnung wahrscheinlich zutreffend (EMEP(2003)-B1010-26); Auswertung deutscher Langzeitexperimente ergibt einen geringfügig kleineren Emissionsfaktor von $0,0072 \text{ kg kg}^{-1}$ 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 unangemessen⁶

4.1.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_8.xls⁷

4.1.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.1.1

Emissionen: EM1001.01, EM1001.02, EM1001.07

Aktivitäten: AC1001.01 bis AC1001.03

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1001.01, IEF1001.02, IEF1001.07

Zusätzliche Informationen: AI1001.01

4.1.2 Wirtschaftsdüngeranwendung

4.1.2.1 Rechenverfahren

NH₃-Emissionen aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern werden in Kapitel 4.9 berechnet.

N₂O, NO und N₂-Emissionen werden zunächst

for contrasting information see also Mosier et al., 1986, Vermosen et al., 1996). For a valuation of the range of these emissions see Van Cleemput (1998).

The emission factor used is $0.1 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$. It agrees with those mentioned in the recent publications (see Oura et al., 2001).

Uncertainty of emission factors

NH₃:

Fertilizer application: approximately 10 % (EMEP(2003)-B1010-25);

NO:

Fertilizer application: order of magnitude is likely to be correct (EMEP(2003)-B1010-26);

N₂O:

Fertilizer application: order of magnitude may be correct for large areas. (EMEP(2003)-B1010-26); The evaluation of German long-term experiments results in an emission factor which is slightly below default (slope $0.0072 \text{ kg kg}^{-1}$ with an intercept of about $2.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$; Lægread und Aastveit, 2002). The overall procedure seems to be inappropriate⁶.

4.1.1.4 Calculation file

GAS_EM\1001_8.xls⁷

4.1.1.5 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.1.1.6 Tables related to Chapter 4.1.1

Emissions: EM1001.01, EM1001.02, EM1001.07

Activities: AC1001.01 to AC1001.03

Implied emission factors: IEF1001.01, IEF1001.02, IEF1001.06

Additional information: AI1001.01

4.1.2 Application of animal manure

4.1.2.1 Calculation procedure

NH₃ emissions from the application of animal manures are calculated in Chapter 4.9.

N₂O, NO and N₂ emissions are related to the

⁶ "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 Klemmedtsson and Klemmedtsson 2002).

⁷ The file number denotes the EMEP/CORINAIR Guidebook SNAP to which it is attributed, and number the respective version. For SNAPS 10 04, 10 05, 10 09 and 10 10 (particulate matter) the file name is an acronym derived from the animal category [e.g. dairy cattle: Dc].

auf die Menge des eingetragenen Dünger-N bezogen und in Analogie zu Mineraldüngern wie folgt berechnet:

$$E_{\text{N}_2\text{O, direct}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}}$$

$$E_{\text{NO, direct}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{fert, NO}} \cdot \gamma_{\text{NO}}$$

$$E_{\text{N}_2, \text{direct}} = m_{\text{man}} \cdot EF_{\text{fert, N}_2}$$

where	$E_{\text{N}_2\text{O, direct}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (Gg a ⁻¹ N ₂ O)
	$E_{\text{NO, direct}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (Gg a ⁻¹ NO)
	$E_{\text{N}_2, \text{direct}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (Gg a ⁻¹ N ₂)
	m_{manure}	amount of nitrogen in animal manures spread (Gg a ⁻¹ N)
	$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}}$	emission factor for N ₂ O (in kg kg ⁻¹ N)
	$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
	$EF_{\text{fert, NO}}$	emission factor for NO
	γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)
	$EF_{\text{fert, N}_2}$	emission factor for N ₂

amount of manure N and calculated in analogy to mineral fertilizers as follows:

N₂O:
Stufe-1-Verfahren (IPCC(1996)-3-4.92)

N₂O:
Tier 1 methodology (IPCC(1996)-3-4.92)

NO:
einfacheres Verfahren (EMEP(2003)-B1010-15)

NO:
simpler methodology (EMEP(2003)-B1010-15)

N₂:
einfacheres Verfahren, nationaler *EF* wie in Kapitel 4.1.1.3

N₂:
simpler methodology, national *EF* as in Chapter 4.1.1.3

4.1.2.2 Aktivitätsdaten

4.1.2.2 Activity data

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 4.9) die ins System gelangenden N-Mengen aus Ausscheidungen und Stroh und die Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂ berücksichtigt.

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 4.9). It considers the amounts of N imported into the system both from faeces and straw and the emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂.

Die niederländische Statistik (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2004) weist wie in den Vorjahren Exporte von Wirtschaftsdüngern in erheblichen Mengen aus (Tabel 3.23b, Transport van stikstof in de form van dierlijke mest. Buitenland). Die exportierten Mengen werden nach Meinung niederländischer Experten in Deutschland abgesetzt; sie sind demzufolge in Deutschland als zusätzliche Quelle zu berücksichtigen. Die relevanten N-Mengen werden aus den Berechnungen zum Wirtschaftsdünger-Management übernommen (Kapitel 4.9.12).

Dutch statistics (e.g. Centraal Bureau voor de Statistiek, 2004) and preceding publications show that reasonable amounts of manures are exported (Tabel 3.23b, Transport van stikstof in de form van dierlijke mest. Buitenland). According to Dutch experts these manures are sold to Germany. Thus they are considered an additional source. The relevant amounts of N are taken from the calculations of manure management in Chapter 4.9.12.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wirtschaftsdünger-Einträge:
Fehler unbekannt

Uncertainty of activity data

Amounts of applied manure:
Uncertainty not quantified

Wirtschaftsdünger-Importe:
Fehler unbekannt

Amounts of imported manure:
Uncertainty not quantified

4.1.2.3 Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid (Lachgas)

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-14

$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$

Stickstoffmonoxid

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-15

$EF_{\text{fert, NO}} = 0,007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$

Distickstoff

Einfacheres Verfahren: nationaler *EF*, siehe Kapitel 4.1.1.3

$EF_{\text{fert, N}_2} = 0,01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{-N}$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

N_2O :

Größenordnung wahrscheinlich richtig
(IPCC(1996)-3-4.89)

NO :

Größenordnung wahrscheinlich richtig (EMEP
2003-B1010-26)

N_2 :

Größenordnung wahrscheinlich richtig

4.1.2.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.2.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.2.6 Tabellen zu Kapitel 4.1.2

Emissionen: EM1001.03

Aktivitäten: AC1001.04

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1001.03,
IEF1001.07

Zusätzliche Informationen: AI1001.02

4.1.3 Ausbringen von Klärschlämmen

Im Prinzip müssten im Zusammenhang mit Wirtschaftsdüngern auch die Emissionen von N-Spezies aus der Anwendung von Klärschlämmen auf landwirtschaftliche Flächen berechnet werden. IPCC(1996)-3-4.90 schlägt allerdings vor, diesen Eintragungspfad für N wegen mangelnder Kenntnisse nicht zu berücksichtigen.

IPCC (2000) regt dagegen an, die Einträge sowohl für die direkten als auch für die indirekten Einträge zu berücksichtigen.

Im vorliegenden Inventar wird eine erste Schätzung der Emissionen nach IPCC (2000)

4.1.2.3 Emission factors

Nitrous oxide

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-14

$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$

Nitric oxide

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-15

$EF_{\text{fert, NO}} = 0.007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NO-N}$

Dinitrogen

Simpler methodology: national *EF*, see Chapter 4.1.1.3

$EF_{\text{fert, N}_2} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{-N}$

Uncertainty of emission factors

N_2O :

The order of magnitude may be correct for large areas. (EMEP 2003-B1010-26)

NO :

The order of magnitude is likely to be correct (EMEP 2003-B1010-26)

N_2 :

The order of magnitude likely to be correct

4.1.2.4 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.2.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.1.2.6 Tables related to Chapter 4.1.2

Emissions: EM1001.03

Activities: AC1001.04

Implied emission factors: IEF1001.03,
IEF1001.07

Additional information: AI1001.02

4.1.3 Application of Sewage Sludge

In principle, sewage waste used in agriculture should be treated in the same way as manures and the emissions calculated accordingly. However, IPCC(1996)-3-4.90 suggest not to consider sewage sludge due to lack of knowledge.

On the other hand, IPCC (2000) proposes to assess both direct and indirect emissions from sewage sludge application.

The 2003 inventory makes a first attempt to quantify emissions according to IPCC (2000).

versucht.

4.1.3.1 Rechenverfahren

IPCC(2000)-4.70 gibt ein Stufe-1-Verfahren mit folgender Gleichung vor:

$$E_{\text{N}_2\text{O, SS, direct}} = F_{\text{SS}} \cdot x_{\text{GASM}} \cdot EF_{\text{SS, N}_2\text{O}} \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}}$$

where	$E_{\text{N}_2\text{O, SS, direct}}$	emission flux of N_2O directly emitted from soils due to application of sewage sludge ($\text{Gg a}^{-1} \text{N}_2\text{O}$)
	F_{SS}	amount of nitrogen spread with sewage sludge ($\text{Gg a}^{-1} \text{N}$)
	x_{GASM}	fraction of N lost as NH_3 and NO ($\text{kg kg}^{-1} \text{N}$)
	$EF_{\text{SS, N}_2\text{O}}$	emission factor for N_2O (in $\text{kg kg}^{-1} \text{N}$)
	$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ($\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

4.1.3.2 Aktivitätsdaten

Die N-Mengen, die mit Klärschlämmen in landwirtschaftliche Systeme eingetragen werden, ergeben sich aus dem Klärschlammaufkommen je Bundesland (Schultheiß et al. 2000, und dort zit. Lit.; MNULV 2001), dem Anteil, der landwirtschaftlich verwertet wird, der Art- und dem jeweiligen N-Gehalt der Schlämme (DWA 2004) gemäß:

$$F_{\text{SS}} = m_{\text{SS}} \cdot x_{\text{agr}} \cdot x_{\text{FS}} \cdot (x_{\text{WS}} \cdot c_{\text{N, WS}} + x_{\text{DHS}} \cdot c_{\text{N, DHS}} + x_{\text{LS}} \cdot c_{\text{N, LS}} + x_{\text{DS}} \cdot c_{\text{N, DS}})$$

where	F_{SS}	nitrogen input with sewage sludge ($\text{Mg a}^{-1} \text{N}$)
	m_{SS}	sewage sludge produced (national total) ($\text{Mg a}^{-1} \text{DM}$)
	x_{agr}	fraction of sewage sludge applied in agriculture (Mg Mg^{-1})
	x_{FS}	fraction of sewage sludge applied in a single Federal State
	x_{WS}	fraction of wet sewage sludge (Mg Mg^{-1})
	$c_{\text{N, WS}}$	nitrogen content of wet sewage sludge ($\text{Mg Mg}^{-1} \text{N}$)
	x_{DHS}	fraction of dehydrated sewage sludge (Mg Mg^{-1})
	x_{LS}	fraction of limed sewage sludge (Mg Mg^{-1})
	x_{DS}	fraction of dried sewage sludge (Mg Mg^{-1})

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit ist unbekannt.

4.1.3.3 Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid (Lachgas)

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-14

$$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Die Anwendung des allgemein für mineralische N-Einträge verwendeten Faktors für Klärschlämme erscheint plausibel. Der Faktor selbst ist nur größenordnungsmäßig richtig (IPCC(1996)-3-4.89).

4.1.3.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_8.xls

4.1.3.1 Calculation procedure

IPCC(2000)-4.70 provides a Tier 1 methodology with the following equation:

4.1.3.2 Activity data

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:

Uncertainty of activity data

The uncertainty is not known

4.1.3.3 Emission factors

Nitrous oxide

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-14

$$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}_2\text{O-N}$$

Uncertainty of the emission factor

The application of the emissions factor for mineral fertilizers appears to be plausible. However, for the emission factor itself, only the order of magnitude is likely to be correct (IPCC(1996)-3-4.89).

4.1.3.4 Calculation file

GAS_EM\1001_8.xls

4.1.3.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.3.6 Tabellen zu Kapitel 4.1.3

Emissionen: EM1001.04
Aktivitäten: AC1001.05
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1001.04
Zusätzliche Informationen: —

4.1.4 Bewirtschaftete organische Böden (ehemalige Hochmoorflächen)

4.1.4.1 Rechenverfahren

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. Das Rechenverfahren bezieht die Verluste ausschließlich auf die bewirtschaftete Fläche.

IPCC(1996)-3-4.91 beschreibt ein einfacheres Verfahren:

$$E_{\text{N}_2\text{O, hist}} = A_{\text{hist}} \cdot EF_{\text{hist, N}_2\text{O}} \cdot \beta$$

where	$E_{\text{N}_2\text{O-N, hist}}$	emission flux of N ₂ O directly emitted from soils (Gg a ⁻¹ N ₂ O)
	A_{hist}	area of histosols (ha)
	EF_{hist}	emissions factor for emissions from cultivated organic soils (in kg ha ⁻¹ a ⁻¹)
	β	mass conversion ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)

4.1.4.2 Aktivitätsdaten

Berücksichtigte Flächen

Offizielle deutsche Daten für die Fläche organischer Böden sind nicht verfügbar (vgl. Dämmgen and Grünhage, 2002). Die in IPCC(1996)-3-4.93 angegebene Quelle (FAO 1991) gibt keinen Aufschluss über deutsche Flächen. JRC-SRI (2000) geben für Ackerland mit organischen Böden 0·10³ ha an, für Grünland 316·10³ ha.

Die bei Steffens (1996) angegebenen Flächen liegen in der gleichen Größenordnung wie die hier verwendeten, weichen aber im Einzelnen von den hier angesetzten ab.

Eine zutreffendere Datenbasis wurde durch Verwendung der deutschen Bodenübersichtskarte und von Landnutzungsdaten für das Jahr 2001 gewonnenen. Einzelheiten sowie eine Karte der Verteilung der Flächen sind in Dämmgen et al. (2003), Kapitel 6.2, angegeben.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Durch Verwendung der Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 werden keine kleinen Strukturelemente abgebildet.

4.1.3.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.1.3.6 Tables related to Chapter 4.1.3

Emissions: EM1001.04
Activities: AC1001.05
Implied emission factors: IEF1001.04
Additional information: —

4.1.4 Histosols (managed organic soils)

4.1.4.1 Calculation procedure

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. The calculation procedure relates losses to the managed area only.

IPCC(1996)-3-4.91 describes a simpler methodology.

4.1.4.2 Activity data

Areas considered

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 0·10³ ha for arable land and 316·10³ ha for grassland.

The areas given by Steffens (1996) are of the same order of magnitude as those used here; however, details vary.

In an attempt to get better data, the German soil map and land use map were used to derive the relevant areas for 2001. Details and the resulting map are given in Dämmgen et al. (2003), Chapter 6.2.

Uncertainty of activity data

The scale of the soil map (1 in 1.000.000) omits small structural features.

Eine Zeitreihe existiert nicht.

A time series does not exist.

4.1.4.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Berechnung nach EMEP(2003)-B1010-14 unter Verwendung des Emissionsfaktors nach IPCC (2000) von 8 kg ha⁻¹ a⁻¹ N.

4.1.4.3 Emission factors

Simpler methodology:

Calculation according to EMEP(2003)-B1010-11, using the IPCC (2000) emission factor of 8 kg ha⁻¹ a⁻¹ N.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

Der Bereich der Unsicherheit beträgt eine Größenordnung nach oben und nach unten. Die Werte der Emissionsfaktoren sind „Vorschläge“ (IPCC (2006)-3-4.91).

Uncertainty of emission factor

The uncertainty range given in IPCC (2006) is one order of magnitude in either direction. The emission factors are “proposals” (IPCC(2006)-3-4.91).

4.1.4.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.4.4 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, Daten nur für 1 Jahr

4.1.4.5 Resolution in space and time

Federal states, data for 1 single year available

4.1.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.1.3

Emissionen: EM1001.05

Aktivitäten: AC1001.06

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1001.05

Zusätzliche Informationen: —

4.1.4.6 Tables related to Chapter 4.1.3

Emissions: EM1001.05

Activities: AC1001.06

Implied emission factors: IEF1001.05

Additional information: —

4.1.5 Methan-Deposition

4.1.5 Methane Deposition

4.1.5.1 Rechenverfahren

Bodenbakterien können CH₄ veratmen. Die Menge ist eine Funktion der mikrobiellen Aktivität und des Angebots an reduziertem N.

Das Rechenverfahren bezieht die Deposition D_{CH_4} auf die Fläche und unterscheidet zwischen Grünland- und Ackerland-Böden.

4.1.5.1 Calculation procedure

Soil bacteria are able to oxidize CH₄. The rate of oxidation depends on the microbial activity and the availability of reduced N.

The calculation procedure relates the deposition D_{CH_4} to the area and differentiates between grassland and arable land.

$$D_{\text{CH}_4} = -E_{\text{CH}_4} = -(A_{\text{grass}} \cdot EF_{\text{CH}_4, \text{grass}} + A_{\text{arable}} \cdot EF_{\text{CH}_4, \text{arable}}) \cdot \beta$$

where	D_{CH_4}	CH ₄ deposition/consumption (in Gg a ⁻¹ CH ₄)
	E_{CH_4}	CH ₄ emission
	A_{grass}	area of grassland (in ha)
	A_{arable}	area of arable land (in ha)
	$EF_{\text{CH}_4, \text{grass}}$	emission factor for grassland (negative) (in kg ha ⁻¹ CH ₄)
	$EF_{\text{CH}_4, \text{arable}}$	emission factor for arable land (negative) (in kg ha ⁻¹ CH ₄)
	β	mass conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)

4.1.5.2 Aktivitätsdaten

Anbauflächen:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (Ackerland, Dauergrünland), für jedes Jahr

4.1.5.2 Activity data

Area under cultivation:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (arable land, permanent grassland), for each year

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen liegen nicht vor. (Mitt. Statistisches Bundesamt)

4.1.5.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-11, nationaler EF

EMEP(2003)-B1010-16 sieht die versuchsweise Anwendung eines „Emissionsfaktors“ von $-0,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ 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 $1,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ für Ackerböden und $2,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ für Grünlandböden.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2003)-B1010-26 schlägt einen Fehler von 100 % vor. Angesichts der vorgenommenen Änderungen halten wir eine Unsicherheit von 50 % für angemessen. (siehe auch Smith et al., 2000)

4.1.5.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.5.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.5.6 Tabellen zu Kapitel 4.1.5

Emissionen: EM1001.10
Aktivitäten: AC1001.08, AC1001.09
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1001.08
Zusätzliche Informationen: —

4.1.6 Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen

4.1.6.1 Rechenverfahren

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(2003)-B1010-16 als einfacheres Verfahren aufgeführt, hat aber die Qualität einer ersten Schätzung.

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements do not exist. (communicated by Statistisches Bundesamt)

4.1.5.3 Emission factors

Simpler methodology: EMEP-B1010-11 using national EF

EMEP(2003)-B1010-16 provisionally recommends the use of an “emission factor” of $-0.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. However, a literature review by Boeckx and Van Cleemput (2001) suggests a differentiated consumption factor for arable and grassland. The consumption factors given there are $1.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ for arable land and $2.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$ for grassland soils.

Uncertainty of emission factors

EMEP(2003)-B1010-26 suggests an uncertainty of 100 %. With the alterations made, we assume an uncertainty of 50 % to be adequate. (see also Smith et al., 2000)

4.1.5.4 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.5.5 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.1.5.6 Tables related to Chapter 4.1.5

Emissions: EM1001.10
Activities: AC1001.08, AC1001.09
Implied emission factors: IEF1001.08
Additional information: —

4.1.6 Non-Methane Volatile Organic Compounds from Agricultural Plants

4.1.6.1 Calculation procedure

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(2003)-B1010-16, it is regarded to be a first estimate.

$$E_{\text{NMVOC}} = \sum A_i \cdot m_{\text{D},i} \cdot x_{\text{t},i} \cdot EF_{\text{NMVOC},i} \cdot \beta$$

where	E_{NMVOC}	emission flux (in Gg a ⁻¹ NMVOC)
	A_i	area covered by crop _i (in ha)
	$m_{\text{D},i}$	mean dry matter of crop _i (in kg ha ⁻¹ a ⁻¹)
	$x_{\text{t},i}$	fraction of year during which crop _i is emitting (in a a ⁻¹)
	$EF_{\text{NMVOC},i}$	emission factor (in kg kg ⁻¹ NMVOC)
	β	mass conversion ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)

4.1.6.2 Aktivitätsdaten

Anbauflächen:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (Ackerland, Dauergrünland), für jedes Jahr

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen liegen nicht vor. (Mitt. Statistisches Bundesamt)

4.1.6.3 Emissionsfaktoren

Erste Schätzung:

Für Grünland, Weizen und Raps werden in EMEP(2003)-B1010-17 erste Angaben über NMVOC-Emissionen gemacht.

In diesem Inventar wird auf den ausführlicheren 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 Tabelle 4.3 zusammengestellt.

Table 4.3

NMVOC emission factors for agricultural crops, in kg kg⁻¹ C, and fraction of year, during which crops emit, in a a⁻¹.

Crop	Isoprene	Terpenes	Alcohols	Aldehydes	Ketones	Ethers and others	Fraction of year emitting
wheat			7.6·10 ⁻¹⁰	2.8·10 ⁻⁹	2.3·10 ⁻⁹	5.1·10 ⁻⁹	0.3
rye			7.6·10 ⁻¹⁰	2.8·10 ⁻⁹	2.3·10 ⁻⁹	5.1·10 ⁻⁹	0.3
winter barley			7.6·10 ⁻¹⁰	2.8·10 ⁻⁹	2.3·10 ⁻⁹	5.1·10 ⁻⁹	0.3
spring barley			7.6·10 ⁻¹⁰	2.8·10 ⁻⁹	2.3·10 ⁻⁹	5.1·10 ⁻⁹	0.3
oat							
triticale			7.6·10 ⁻¹⁰	2.8·10 ⁻⁹	2.3·10 ⁻⁹	5.1·10 ⁻⁹	0.3
grain maize							
maize for silage							
rape		7.5·10 ⁻⁸	2.1·10 ⁻⁸	4.2·10 ⁻⁹		2.5·10 ⁻⁸	0.3
sugar beet							
fodder beet							
clover, clover grass mixtures, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)							
alfalfa							
grass	2·10 ⁻¹⁰	6.4·10 ⁻⁸	7.5·10 ⁻¹⁰	1.3·10 ⁻⁹		1.8·10 ⁻⁹	0.5
potatoes							

4.1.6.2 Activity data

Area under cultivation:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (arable land, permanent grassland), for each year

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements do not exist. (communicated by Statistisches Bundesamt)

4.1.6.3 Emission factors

First estimate:

For grassland, wheat and rape, recommendations for the assessment of NMVOC emissions are made in EMEP(2003)-B1010-17.

This inventory makes use of the more detailed set of emission factors provided by König et al. (1995).

In order to get a more realistic view of the order of magnitude of these emissions, the emission factor for wheat was also applied to rye and triticale for the time being.

The emission factors used are compiled in Table 4.3.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit ist unbekannt.

4.1.6.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.6.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.6.6 Tabellen zu Kapitel 4.1.6

Emissionen: EM1001.11
Aktivitäten: AC1002.05 bis AC1002.17
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1001.09
Zusätzliche Informationen: —

4.1.7 Staub(PM_{10})-Emissionen aus der Bewirtschaftung von Ackerland

4.1.7.1 Rechenverfahren

Gegenwärtig existiert keine verbindliche Vorschrift zur Berechnung von Staub-Emissionen aus landwirtschaftlichen Flächenquellen. Zur Schätzung der Größenordnung wird auf das bei Klimont et al. (2002) beschriebene Verfahren zurückgegriffen.

Das Verfahren ist eine erste Schätzung.

Uncertainty of emissions factors

The uncertainty is unknown.

4.1.6.4 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.6.5 Resolution in space and time

Federal States, 1 year

4.1.6.6 Tables related to Chapter 4.1.6

Emissions: EM1001.11
Activities: AC1002.05 to AC1002.17
Implied emission factors: IEF1001.09
Additional information: —

4.1.7 Emissions of Particulate Matter (PM_{10}) from Arable Agriculture

4.1.7.1 Calculation procedure

At present, no valid guidance is available for the assessment of particle emissions from area sources in agriculture. Therefore, the estimation of the order of magnitude is based on Klimont et al. (2002).

The calculation procedure is considered a first estimate.

$$E_{PM_{10}} = \sum A_a \cdot EF_{PM_{10}} \cdot \beta$$

where $E_{PM_{10}}$ emission flux (in $Gg\ a^{-1}\ PM_{10}$)
 A_a area of arable land (in ha)
 $EF_{PM_{10}}$ emission factor ($EF_{PM_{10}} = 0.1\ kg\ ha^{-1}\ a^{-1}\ PM_{10}$)
 β mass conversion ($\beta = 10^{-6}\ Gg\ kg^{-1}$)

4.1.7.2 Aktivitätsdaten

Anbauflächen:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (Ackerland), für jedes Jahr

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen liegen nicht vor. (Mitt. Statistisches Bundesamt)

4.1.7.3 Emissionsfaktoren

Erste Schätzung:
Einheitlich für alle Ackerflächen:
 $EF_{PM_{10}} = 0,1\ kg\ ha^{-1}\ a^{-1}$.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

4.1.7.2 Activity data

Area under cultivation:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (arable land), for each year

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements do not exist. (communicated by Statistisches Bundesamt)

4.1.7.3 Emission factors

First estimate:
One single factor for arable land:
 $EF_{PM_{10}} = 0.1\ kg\ ha^{-1}\ a^{-1}$.

Uncertainty of emissions factors

Die Größenordnung stimmt wahrscheinlich.

The order of magnitude is likely to be correct.

4.1.7.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.7.4 *Calculation file*

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.7.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.7.5 *Resolution in space and time*

Federal states, 1 year

4.1.7.6 *Tabellen zu Kapitel 4.1.6*

Emissionen: EM1001.12
 Aktivitäten: AC1001.08
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1001.10
 Zusätzliche Informationen: —

4.1.7.6 *Tables related to Chapter 4.1.6*

Emissions: EM1001.12
 Activities: AC1001.08
 Implied emission factors: IEF1001.10
 Additional information: —

4.1.8 *Geplante Änderungen und Ergänzungen*

- räumliche Disaggregation der Mineraldünger-Anwendung und Anwendung differenzierender (Ackerland, Grünland) Emissionsfaktoren für NH₃
- 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

4.1.8 *Future Modifications and Supplementing*

- Spatial disaggregation of mineral fertilizer application and subsequent application of emission factors for NH₃ differentiating between arable land and grassland
- Disaggregation in time of NH₃-emissions from the application of mineral fertilizer 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)

4.2 Emissionen aus ungedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen (SNAP 100200, NFR 4D1)

4.2.1 Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau

4.2.1.1 Rechenverfahren

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 angesehen. Deutschland berücksichtigt auch die Flächen von Klee-Gras- und Luzerne-Gras-Gemischen. Eine Doppelzählung dieser Mengen wird vermieden.

Das Rechenverfahren ist für Ammoniak als detailliertes Verfahren beschrieben (EMEP(2003)-B1020-12). Es wird auf die Emissionen der anderen Gase sinngemäß angewendet.

$$E_{N,j} = \sum A_i \cdot m_{N,i} \cdot EF_{N,j} \cdot \beta$$

where	$E_{N,j}$	emission of a nitrogen species j (in Gg a ⁻¹ of the respective species)
	A_i	area of a crop i (in ha)
	$m_{N,i}$	nitrogen fixed by crop i (in kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N)
	$EF_{N,j}$	emission factor for a nitrogen species j (in kg kg ⁻¹ N)
	β	mass conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)

4.2.1.2 Aktivitätsdaten

Anbauflächen:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (Feldfrüchte, Gemüse), für jedes Jahr

Das deutsche Verfahren berücksichtigt die in den Faustzahlen (1993), S. 477, gemachten Angaben über die durchschnittliche N-Fixierung von

- Hülsenfrüchten: 250 kg ha⁻¹ a⁻¹ N,
- Klee, Klee-Gras- und Klee-Luzerne-Gemischen: 200 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- Luzerne: 300 kg ha⁻¹ a⁻¹ N.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Flächen: Die Genauigkeit der Flächenermittlung ist nicht bekannt. EMEP(2003)-B1020-14 geht davon aus, dass der typische Fehler < 10 % ist.

Quantitative Aussagen liegen für Deutschland nicht vor. (Mitt. Statistisches Bundesamt)

N-Gehalte der Ernterückstände in Legumino-

4.2 Cultures without Fertilizers (Unfertilized Agricultural Land) (SNAP 100200, NFR 4D1)

4.2.1 Biological N Fixation: Legumes

4.2.1.1 Calculation procedure

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. The German inventory also takes clover-grass and alfalfa-grass mixtures into account. Double counting of the relevant areas is avoided.

Then calculation procedure for ammonia is described in (EMEP(2003)-B1020-12). It is applied to the other gases by analogy.

4.2.1.2 Activity data

Area under cultivation:

StatBA FS 3, R 3.2.1 (crops, vegetable), for each year

The German methodology uses the mean N fixation of legumes listed in Faustzahlen (1993), pg 477:

- pulses: 250 kg ha⁻¹ a⁻¹ N,
- clover, grass clover and clover alfalfa mixtures: 200 kg ha⁻¹ a⁻¹ N
- alfalfa: 300 kg ha⁻¹ a⁻¹ N.

Uncertainty of activity data

Areas: Due uncertainties related to the reporting of areas are yet unknown. EMEP(2003)-B1020-14 assumes that the typical uncertainty falls below 10 %.

Quantitative judgements do not exist for Germany. (communicated by Statistisches Bundesamt)

N contents of crop residues of legumes: un-

sen: Unsicherheit kleiner als 25 % (EMEP(2003)-B1020-14).

4.2.1.3 Emissionsfaktoren

Detailliertes Verfahren:

EMEP(2003)-B1020-12

Die Emissionsfaktoren betragen

NH₃-N: 0,01 kg kg⁻¹, EMEP(2003)-B1020-12

N₂O-N: 0,0125 kg kg⁻¹, IPCC(1996)-3-4.92

NO-N: 0,007 kg kg⁻¹, EMEP(2003)-B1020-11

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten werden bei EMEP(2003)-B1020-14 f wie folgt angegeben:

NH₃: größenordnungsmäßig 10 %

N₂O: Größenordnung wahrscheinlich zutreffend (Faktor 5 ist möglich)

NO: Größenordnung wahrscheinlich zutreffend (Faktor 5 ist möglich)

4.2.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.2.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.2.1

Emissionen: EM1001.1002.01, EM1002.04, EM1002.10

Aktivitäten: AC1002.01 bis AC1002.04

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1002.01, IEF1002.03, IEF1002.08

Zusätzliche Informationen: —

4.2.2 Auf der Weide verbleibende tierische Ausscheidungen

4.2.2.1 Rechenverfahren

Direkte N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden sind dem Betrag nach eine Hauptquellegruppe.

Die auf Ausscheidungen beim Weidegang zurückgeführten NH₃-, N₂O-, NO- und N₂-Emissionen werden als dem N-Eintrag aus Exkrementen proportional angesehen.

Es gibt lediglich ein einfacheres Verfahren (EMEP(2003)-B1020-9).

certainty likely to be less than 25 % (EMEP(2003)-B1020-14).

4.2.1.3 Emission factors

Detailed methodology:

EMEP(2003)-B1020-12

The emission factors used are

NH₃-N: 0.01 kg kg⁻¹, EMEP(2003)-B1020-12

N₂O-N: 0.0125 kg kg⁻¹, IPCC(1996)-3-4.92

NO-N: 0.007 kg kg⁻¹, EMEP(2003)-B1020-11

Uncertainty of emission factors

EMEP(2003)-B1020-14f refers to uncertainties as follows:

NH₃: 10 % (order of magnitude of uncertainty)

N₂O: Order of magnitude likely to be correct (a factor of 5 is possible)

NO: Order of magnitude likely to be correct (a factor of 5 is possible)

4.2.1.4 Calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.2.1.6 Tables related to Chapter 4.2.1

Emissions: EM1001.1002.01, EM1002.04, EM1002.10

Activities: AC1002.01 to AC1002.04

Implied emission factors: IEF1002.01, IEF1002.03, IEF1002.08

Additional information: —

4.2.2 Excreta from Grazing Animals Returned to Soil

4.2.2.1 Calculation procedure

Direct N₂O emissions from agricultural soils are a key source with regard to their level.

The NH₃, N₂O, NO and N₂ emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are considered proportional to the N input with excreta.

A simpler methodology is provided in EMEP(2003)-B1020-9.

$$E_{\text{NH}_3, \text{graz}} = m_{\text{N}, \text{graz}} \cdot EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NH}_3}$$

$$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} = m_{\text{N}, \text{graz}} \cdot EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{N}_2\text{O}}$$

$$E_{\text{NO}, \text{graz}} = m_{\text{N}, \text{graz}} \cdot EF_{\text{NO}, \text{graz}} \cdot \beta \cdot \gamma_{\text{NO}}$$

$$E_{\text{N}_2, \text{graz}} = m_{\text{N}, \text{graz}} \cdot EF_{\text{N}_2, \text{graz}} \cdot \beta$$

where	$E_{\text{NH}_3, \text{graz}}$	NH ₃ emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ NH ₃)
	$m_{\text{N}, \text{graz}}$	amount of N excreted during grazing (in kg a ⁻¹ N)
	$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}}$	NH ₃ emission factor for grazing (in kg kg ⁻¹ NH ₃ -N)
	β	mass conversion ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)
	γ_{NH_3}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NH}_3} = 17/14$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
	$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}}$	N ₂ O emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
	$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}}$	N ₂ O emission factor for grazing (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)
	$E_{\text{NO}, \text{graz}}$	NO emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ NO)
	$EF_{\text{NO}, \text{graz}}$	NO emission factor for grazing (in kg kg ⁻¹ NO-N)
	γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{\text{NO}} = 30/14$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
	$E_{\text{N}_2, \text{graz}}$	N ₂ emission due to animal grazing (in Gg a ⁻¹ N)
	$EF_{\text{N}_2, \text{graz}}$	N ₂ emission factor for grazing (in kg kg ⁻¹ N)

4.2.2.2 Aktivitätsdaten

NH₃-Emissionen aus Ausscheidungen beim Weidegang werden unter SNAP 10 09 für jede Tierkategorie berechnet und unter NFR 4D berichtet.

N₂O-, NO- und N₂-Emissionen aus Ausscheidungen beim Weidegang werden aus der nach der Ausbringung verbliebenen N-Menge (aus SNAP 10 09 für jede Tierkategorie) berechnet.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die auf der Fläche verbliebenen Ausscheidungen werden gemäß Kapitel 4.9 für alle relevanten Tierkategorien (Milchkühe, Färsen, Mutterkühe, Schafe, Pferde) berechnet. Berücksichtigt man, dass die mengenmäßig bedeutenden N-Flüsse recht genau beschrieben werden, so sollte der Fehler in der Größenordnung von 20 % liegen (Expertenschätzung).

4.2.2.3 Emissionsfaktoren

Ammoniak:

Einfaches Verfahren EMEP(2003)-B1020-22

$$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} = 0,075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Distickstoffoxid und Stickstoffmonoxid:

Einfaches Verfahren EMEP(2003)-B1020-22

$$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} = EF_{\text{NO}, \text{graz}} = 0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Distickstoff:

In Übereinstimmung mit den Proportionen bei der Berechnung der Emissionen aus Mineraldüngern wurde auch hier die 7fache Menge angesetzt:

$$EF_{\text{N}_2, \text{graz}} = 0,14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

4.2.2.2 Activity data

NH₃ emissions from waste excreted during grazing are dealt with under SNAP 10 09 for each animal category and reported under NFR 4D.

N₂O, NO and N₂ emissions from animal waste excreted during grazing are obtained from the total N amount left after spreading (according to SNAP 10 09 for each animal category).

Uncertainty of activity data

Animal excreta dropped during grazing are calculated for all relevant animal categories (dairy cows, heifers, suckling cows, sheep, horses) in Chapter 4.9. Considering that the N fluxes of importance are described with a comparatively high accuracy, the uncertainty should be in the order of magnitude of 20 % (expert judgement).

4.2.2.3 Emission factors

Ammonia:

simpler methodology EMEP(2003)-B1020-22

$$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Nitrous and nitric oxides:

simpler methodology EMEP(2003)-B1020-22

$$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}} = EF_{\text{NO}, \text{graz}} = 0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Dinitrogen:

In accordance with the proportions used for the calculation of the emissions from mineral fertilizers, a 7fold amount was assumed

$$EF_{\text{N}_2, \text{graz}} = 0.14 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die NH₃-Emissionsfaktoren weisen laut EMEP (2003)-B1020-14 typische Fehler von größenordnungsmäßig 10 % auf. Da in diesem Inventar jedoch der N-Status des Weidelands nicht berücksichtigt wird, könnte der Fehler größer sein. Die hier beschriebenen Rechnungen gehen von hohen N-Düngungen und damit hohen Emissionen aus Exkrementen aus.

Für die Emissionsfaktoren bei N₂O und NO gelten die oben (Kapitel 4.2.1.3) gemachten Angaben sinngemäß.

4.2.2.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.2.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.2.2.6 Tabellen zu Kapitel 4.2.2

Emissionen: EM1002.02

Aktivitäten: AC1002.18

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1002.01

Zusätzliche Informationen: —

4.2.3 Ernterückstände

4.2.3.1 Rechenverfahren

Direkte N₂O-Emissionen aus Böden sind insgesamt eine Hauptquellgruppe.

Die N₂O- und NO-Emissionen aus der Umsetzung von Ernterückständen im Boden werden als den im Boden verbliebenen N-Mengen proportional betrachtet.

Das angewendete Rechenverfahren ist bei EMEP (2003)-B-1020-9 als einfacheres Verfahren beschrieben.

Uncertainty of emission factors

According to EMEP(2003)-B1020-14, the NH₃ emission factors used have an uncertainty in the order of magnitude of 10 %. However, as the overall N status of the grazing grounds is unknown, the uncertainty could be larger. The calculations described here presuppose high amounts of N fertilizers and subsequently high emissions from the N excreted.

For the emission factors for N₂O and NO the details mentioned in Chapter 4.2.1.3 are applied correspondingly.

4.2.2.4 Calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.2.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.2.2.6 Tables related to Chapter 4.2.2

Emissions: EM1002.02

Activities: AC1002.18

Implied emission factors: AC1002.18

Additional information: —

4.2.3 Crop Residues

4.2.3.1 Calculation procedure

Direct N₂O emissions from agricultural soils are a key source.

N₂O and NO emissions from the turn-over of crop residues in soils are considered to be proportional to the amount of N remaining in the soil.

The calculation procedure applied is given in EMEP(2003)-B-1020-9 as a simpler methodology.

$$E_{N_{2}O, \text{crop}, i} = A_i \cdot m_{N, i} \cdot EF_{N_{2}O, \text{crop}} \cdot \beta \cdot \gamma_{N_{2}O}$$

$$E_{NO, \text{crop}, i} = A_i \cdot m_{N, i} \cdot EF_{NO, \text{crop}} \cdot \beta \cdot \gamma_{NO}$$

where	$E_{N_{2}O, \text{crop}, i}$	N ₂ O emission due to rotting of crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
	A_i	area covered by crop i (in ha)
	$m_{N, i}$	mass of N in residues of crop i (in kg ha ⁻¹ a ⁻¹ N)
	$EF_{N_{2}O, \text{crop}}$	N ₂ O emission factor for crop residues (in kg kg ⁻¹ N ₂ O-N)
	β	mass conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg ⁻¹)
	$\gamma_{N_{2}O}$	mass conversion factor ($\gamma_{N_{2}O} = 44/28$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)
	$E_{NO, \text{crop}, i}$	NO emission due to rotting of crop residues of a crop i (in Gg a ⁻¹ NO)
	$EF_{NO, \text{crop}}$	NO emission factor for crop residues (in kg kg ⁻¹ NO-N)
	γ_{NO}	mass conversion factor ($\gamma_{NO} = 30/14$ g g ⁻¹ mol mol ⁻¹)

4.2.3.2 Aktivitätsdaten

N₂O-, NO- und N₂-Emissionen werden aus den

4.2.3.2 Activity Data

N₂O, NO and N₂ emissions are calculated from

in den oberirdischen und unterirdischen Ernterückständen verbleibenden N-Mengen berechnet. Benötigt werden die jeweiligen Anbauflächen und die N-Gehalte der Ernterückstände.

Statistische Daten

Anbauflächen:

StatBA FS 3, R 3, für jedes Jahr

Die Fläche für Sommermenggetreide wird der Fläche für Hafer zugeschlagen; die Fläche für Wintermenggetreide wird unter Roggen erfasst.

Weitere Daten

Ernterückstände:

Die flächenbezogenen N-Gehalte der Ernterückstände sind in Tabelle 4.4 angegeben.

Für Triticale wird vorläufig die Rückstandsmenge von Wintergerste angesetzt. Bei Kartoffeln bezieht sich die Rückstandsmenge von 50 kg ha⁻¹ N auf eine Kartoffelkrautmenge von 13 Mg ha⁻¹ bei einem N-Gehalt von 0,004 kg kg⁻¹.

the amounts of N stored in the above and below-ground biomass liable to mineralization after harvest. Prerequisites for their assessment are the areas of cultivation and the N contents of the residues.

Statistical data

Area under cultivation:

StatBA FS 3, R 3, for each year

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.

Other data

Crop residues:

Area related N contents of crop residues are listed in Table 4.4.

For triticale, the crop residues are assumed to be equal to winter barley. For potatoes, the 50 kg ha⁻¹ N in crop residues reflect a mass of potato leaves of 13 Mg ha⁻¹ with a N content of 0.004 kg kg⁻¹.

Table 4.4
N content of crop residues. For sources and details see text.

Crop	N in crop residues (kg ha ⁻¹ N)
wheat	17
rye	14
winter barley	12
spring barley	9
oat	14
triticale	12
grain maize	60
maize for silage	26.7
rape	15
sugar beet	22
fodder beet	0.11
clover, clover grass mixtures, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)	40
alfalfa	158
grass	30
potatoes	10

Sources: Heyland (1996), Faustzahlen (1993), Körschens (1993)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Quantitative Aussagen zur Genauigkeit der Flächenermittlung liegen in Deutschland nicht vor (Mitt. Statistisches Bundesamt).

EMEP(2003)-B1020-14 geht davon aus, dass der typische Fehler < 10 % ist.

Für die N-Gehalte der Ernterückstände wird von einem Fehler in der Größenordnung von 25 % ausgegangen (EMEP(2003)-B1020-14).

Uncertainty of activity data

Quantitative judgements with respect to uncertainties of areas do not exist in Germany (communicated by Statistisches Bundesamt).

EMEP(2003)-B1020-14 assumes that the typical uncertainty is less than 10 %.

EMEP(2003)-B1020-14 also states that uncertainty concerning the N contents in crop residues is likely to fall below 25 %.

4.2.3.3 Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid:

Default:

IPCC(1996)-3-4-93 bzw. EMEP(2003)-1020-9

$EF_{N_2O, crop} = 0,0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Stickstoffmonooxid:

Einfacheres Verfahren:

EMEP(2003)-1020-11

$EF_{NO, crop} = 0,007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

N₂O: laut IPCC(1996)-3-4-89 größenordnungsmäßig 100 %.

NO: keine Angaben, Größenordnung richtig

4.2.3.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.3.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.2.3.6 Tabellen zu Kapitel 4.2.3

Emissionen: EM1002.06

Aktivitäten: AC1002.05 bis AC1002.17

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1002.05, IEF1002.10

Zusätzliche Informationen: —

4.2.4 Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem N aus der Landwirtschaft

4.2.4.1 Rechenverfahren

Indirekte N₂O Emissionen als Folge landwirtschaftlicher Emissionen und Düngung sind eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Betrags.

Die mit atmosphärischer Deposition eingetragenen N-Mengen werden wie Mineraldünger behandelt. Die Emissionen sind den N-Einträgen proportional.

Die Methode ist als einfacheres Verfahren einzustufen.

4.2.3.3 Emission factors

Nitrous oxide:

Default:

IPCC(1996)-2-4-93 and EMEP(2003)-1020-9

$EF_{N_2O, crop} = 0.0125 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Nitric oxide:

Simpler methodology:

EMEP(2003)-1020-11

$EF_{NO, crop} = 0.007 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Uncertainty of emission factors

N₂O: According to IPCC(1996)-3-4-89 uncertainty of approximately 100 %.

NO: no data available; order of magnitude likely to be correct

4.2.3.4 Calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.3.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.2.3.6 Tables related to Chapter 4.2.3

Emissions: EM1002.06

Activities: AC1002.05 to AC1002.17

Implied emission factors: IEF1002.05, IEF1002.10

Additional information: —

4.2.4 Indirect Emissions from Depositions of Reactive N Stemming from Agriculture

4.2.4.1 Calculation procedure

Indirect N₂O emissions due to emissions from agricultural sources and subsequent deposition and to application of fertilizers and manure N are key sources with regard to their level.

The amounts of N deposited as a consequence of agricultural emissions are treated in the same way as mineral fertilizer; they are proportional to the N input.

The approach uses a simpler methodology.

$$E_{N_2O, dep} = (E_{NH_3} + E_{NO}) \cdot EF_{N_2O, dep} \cdot \gamma_{N_2O}$$

where $E_{N_2O, dep}$ indirect N₂O emission resulting from the deposition of reactive nitrogen species originating from agriculture (in Gg a⁻¹ N₂O)

E_{NH_3} NH₃-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)

$EF_{N_2O, dep}$ emission factor for indirect emissions from deposition (in kg kg⁻¹ N)

γ_{N_2O} mass conversion factor ($\gamma_{N_2O} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

4.2.4.2 Aktivitätsdaten

Die *einfachere Methode* berechnet die Menge des ausgeschiedenen N nach IPCC(1996)-3-4.105 bzw. EMEP(2003)-B1090-31.

Die *verbesserte Methode* verwendet die in EMEP-B1010, -B1020 und -B1090 berechneten Emissionen. Ähnlich verfährt die Schweiz mit IULIA, Schmidt et al., 2000.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Depositionen ist erst bestimmbar, wenn die Unsicherheit der Emissionen hinreichend bekannt ist.

4.2.4.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

IPCC(2000)4.73; EMEP(2003)-B1020-10
 $EF_{N_2O} = 0,010 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit der Emissionsfaktoren für Mineraldünger wird angesetzt (vgl. Kapitel 4.1.1.3). Eine ausführliche Literaturrecherche für die Niederlande kommt zu dem Schluss, dass ein Emissionsfaktor von größenordnungsmäßig $0,02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ angemessen sei. Der Faktor hängt in großem Umfang von der Landnutzung ab. (Denier van der Gon et al., 2004)

4.2.4.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.2.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.2.4

Emissionen: EM1002.07
Aktivitäten: AC1002.19
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1002.06
Zusätzliche Informationen: AI1001.01, AI1001.02

4.2.5 Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft

4.2.5.1 Rechenverfahren

Landwirtschaftliche Böden gelten hinsichtlich der N_2O -Emissionen als Hauptquellgruppe.

4.2.4.2 Activity data

The *simpler methodology* assesses the losses of reactive N in accordance with IPCC(1996)-3-4.105 bzw. EMEP(2003)-B1090-31.

The *improved methodology* makes use of the amounts of reactive N emitted as calculated under EMEP-B1010, -B1020 and -B1090. The same procedure is applied by Switzerland, e.g., in IULIA, see Schmidt et al., 2000.

Uncertainty of activity data

A discussion of the uncertainty of these emissions presupposes the knowledge of the uncertainties of the respective emissions.

4.2.4.3 Emission factors

Simpler methodology:

IPCC(2000)4.73; EMEP(2003)-B1010-10
 $EF_{N_2O} = 0.010 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Uncertainty of emission factors

In this inventory, the uncertainty of emission factors is the same as for mineral fertilizers (see Chapter 4.1.1.3). However, a detailed literature review performed for the Netherlands shows that an emission factor of about $0.02 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ is likely to be appropriate. The emission factor was found to depend on land use (Denier van der Gon et al., 2004).

4.2.4.4 calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.4.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.2.4.6 Tables related to Chapter 4.2.4

Emissions: EM1002.07
Activities: AC1002.19
Implied emission factors: IEF1002.06
Additional information: AI1001.01, AI1001.02

4.2.5 Indirect Emissions from Leached and Run off N Originating from Agriculture

4.2.5.1 Calculation procedure

Agricultural soils are considered a key source with respect to indirect N_2O emissions.

Das *einfachere Verfahren* ermittelt die N₂O-Emissionen als festen Anteil der ein den Boden eingetragenen N-Mengen:

$$E_{N_2O} = (F_{\text{man}} + F_{\text{NF}} + F_{\text{fert}} + F_{\text{SS}}) \cdot x_{\text{leach}} \cdot EF_{\text{leach}} \cdot \gamma_{N_2O}$$

where	E_{N_2O}	emission rate of N ₂ O (in Gg a ⁻¹ N ₂ O)
	F_{man}	N input with slurry and manure (from SNAP 10 09) (in Gg a ⁻¹ N)
	F_{NF}	N input from nitrogen fixation (from SNAP 10 02) (in Gg a ⁻¹ N)
	F_{fert}	N input with mineral fertilizers (from SNAP 10 01) (in Gg a ⁻¹ N)
	F_{SS}	N input with sewage sludge (from SNAP 10 01) (in Gg a ⁻¹ N)
	x_{leach}	share of N liable to leaching and run off (0.30 kg kg ⁻¹ N)
	EF_{leach}	emission factor for N from leaching and run off ($EF_{\text{leach}} = 0.025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
	γ_{N_2O}	mass conversion factor ($\gamma_{N_2O} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$)

The *simpler methodology* calculates N₂O emissions according to

4.2.5.2 Aktivitätsdaten

Wirtschaftsdünger:

N-Einträge bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und aus Ausscheidungen beim Weidegang werden unter SNAP 10 09 für jede Tierkategorie berechnet.

Stickstoff-Fixierung:

Die Abschätzung der fixierten N-Mengen folgt Kapitel 4.2.1.1.

Mineraldünger:

Die eingesetzten Mineraldünger-Mengen werden aus SNAP 10 01 übernommen.

Klärschlamm:

Die mit Klärschlämmen eingetragenen N-Mengen werden aus SNAP 10 01 übernommen.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Außer bei den Einträgen aus der Anwendung von Mineraldüngern sind die eingetragenen N-Mengen die Endglieder verlustbehafteter Prozesse. Die Genauigkeit der Ermittlung dieser Verluste wird mit etwa 30 % angegeben (Unsicherheit der Emissionsfaktoren der wesentliche Emissionen erzeugenden Prozesse, siehe Kapitel 4.9).

Die zur N₂O-Freisetzung führende ausgewaschene N-Menge wird mit einem konstanten Faktor x_{leach} ermittelt, für den in IPCC(1996)-3-4.106 ein Streubereich von 200 % angegeben wird.

Es erscheint angemessen, insgesamt einen Fehler von 100 % anzunehmen.

4.2.5.3 Emissionsfaktoren

default-Faktor nach IPCC(2000)-4.73
 $EF_{\text{leach}} = 0,025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

4.2.5.2 Activity data

Manure:

N inputs after fertilizer application and due to animal excreta dropped during grazing are calculated under SNAP 10 09 for each animal category.

Nitrogen fixation:

The assessment of N fixed follows Chapter 4.2.1.1.

Mineral fertilizer:

The amounts of fertilizers applied are taken from SNAP 10 01.

Sewage sludge:

The amounts of sewage sludge applied to agricultural soils are taken from SNAP 10 01.

Uncertainty of activity data

With the exception of mineral fertilizers, all N inputs are calculated as results of processes, from which N specie 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 Chapter 4.9).

The amount of N leached, which is the source of N₂O emissions, is deduced from the N input using an constant factor x_{leach} , for which IPCC(1996)-3-4.106 give a variability of 200 %.

It seems adequate to assume an overall uncertainty of 100 %.

4.2.5.3 Emission factors

default factor according to IPCC(2000)-4.73
 $EF_{\text{leach}} = 0.025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Der Emissionsfaktor wird bei IPCC(1996)-3-4.105 mit einem Bereich von je einer Größenordnung nach oben wie nach unten angegeben. Für Fehlerrechnungen wird ein Fehler von 100 % angenommen.

4.2.5.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.5.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.2.5.6 Tabellen zu Kapitel 4.2.4

Emissionen: EM1002.08
Aktivitäten: AC1002.21
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1002.07
Zusätzliche Informationen: AI1001.03, AI1001.04

4.2.6 Geplante Änderungen und Ergänzungen

Einführung eines die Senken berücksichtigenden Emissionsfaktors für indirekte Emissionen als Folge der Deposition nach Denier van der Gon et al. (2004).

Uncertainty of emission factors

For the emission factor in IPCC(1996)-2-4.105 gives a range of one order of magnitude in either direction. For error propagation considerations, an uncertainty of 100 % seems justified.

4.2.5.4 calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.5.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.2.5.6 Tables related to Chapter 4.2.4

Emissions: EM1002.08
Activities: AC1002.21
Implied emission factors: IEF1002.07
Additional information: AI1001.03, AI1001.04

4.2.6 Future Modifications and Supplementing

Application of an emission factor for indirect emissions due to deposition considering land use as in Denier van der Gon et al. (2004).

4.3 Abbrennen (Abflämmen) von Ernterückständen (SNAP 100300, NFR 4F)

Das Verbrennen von Ernterückständen ist in Deutschland verboten. Ausnahmen sind auf Antrag möglich. Der Umfang der Aktivitäten ist mit einfachen Mitteln nicht zu bestimmen. Bisher wurde keine Arbeitsmappe angelegt.

4.3 Stubble Burning (SNAP 100300, NFR 4F)

In principle, stubble burning is forbidden in Germany. Exceptions can be applied for. The frequency of these activities cannot be determined with adequate means. At present, no calculation file exists.

4.4 Methan-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung (Verdauung) (SNAP 100400, NFR 4A, CRF 4A)

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 Abbildung 4.1 hervor:

4.4 Enteric Fermentation (Methane Emissions from Enteric Fermentation of Agricultural Animals) (SNAP 100400, NFR 4A, CRF 4A)

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 4.1.

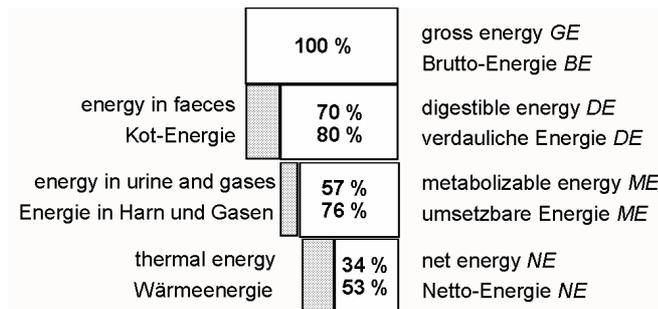


Figure 4.1

Energies considered in the calculation of emissions from enteric fermentation and manure management. White rectangles: energies considered; shaded rectangles: energies lost.

Figures in the white rectangles: upper figure: ruminants, lower figure: pigs.

digestibility (Verdaulichkeit) $X_{DE} = q_E = \frac{\Delta DE}{\Delta GE}$

metabolizability (Umsetzbarkeit) $X_{ME} = q = \frac{\Delta ME}{\Delta GE}$

Das bei IPCC (1996) vorgeschlagene Verfahren zur Ermittlung der Emissionsfaktoren für Rinder beruht auf folgenden Gleichungen:

In IPCC (1996), the emission factor for cattle is derived using the following general equations:

$$E_{CH_4, i} = n_i \cdot EF_i$$

$$EF_i = \frac{GE \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}}$$

- where $E_{CH_4, i}$ methane emission for cattle subcategory *i* (in kg a⁻¹ CH₄)
 n_i number of animals in cattle subcategory *i* (animals)
 EF_i emission factor for cattle subcategory *i* (in kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 GE_i gross energy intake in cattle subcategory *i* (in MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 x_{CH_4} methane conversion rate (0.06 MJ MJ⁻¹)
 α time conversion (365 d a⁻¹)
 η_{CH_4} energy content of methane (55.65 MJ kg⁻¹ CH₄)

4.4.1 Milchkühe

4.4.1 Dairy cows

4.4.1.1 Rechenverfahren

4.4.1.1 Calculation procedure

Die Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Milchkühen stellen eine Schlüsselquelle hinsichtlich der Menge dar. Sie müssen demnach mit Hilfe eines detaillierten (Stufe-2-)Verfahrens berechnet werden. Nach IPCC(1996)-3-4.21 wird

Methane emissions from enteric fermentation are a key source with respect to their level. Therefore, a Tier 2 approach is to be used for their calculation. According to IPCC(1996)-3-4.21, *GE* is assessed according to:

GE dabei wie folgt bestimmt:

$$GE = \left(\frac{NE_m + NE_f + NE_l + NE_d + NE_p}{\left\{ \frac{NE}{DE} \right\}} + \frac{NE_g}{\left\{ \frac{NE_g}{DE} \right\}} \right) \cdot \frac{1}{X_{DE}} \quad (2)$$

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

Die einzelnen Terme der Gleichungen lassen sich wie folgt bestimmen:

Erhaltungsenergie NE_m

Zur Beschreibung von Milchkühen und den übrigen Rindern werden Gleichungen mit unterschiedlichen Konstanten vorgeschlagen:

$$\begin{aligned} \text{dairy cows:} & \quad NE_m = c_{dc} \cdot w^{0.75} \\ \text{other cattle:} & \quad NE_m = c_{oc} \cdot w^{0.75} \end{aligned}$$

where	c_{dc}	constant for dairy cattle ($c_{dc} = 0.293$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	c_{oc}	constant for other cattle ($c_{oc} = 0.322$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	w	scalar of w
	w	live weight (in kg animal ⁻¹)

Source: c_{dc} : GfE (2001), pg. 20

The single elements of this relation can be calculated as follows:

Net energy required for maintenance NE_m

For the description of dairy cows and other cattle different constants are proposed:

Energie für die Nahrungsaufnahme NE_f

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

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

where	c_{house}	coefficient for housing (IPCC default: $c_{house} = 0.00$)
	$t_{pasture}$	duration of grazing time (in d a ⁻¹)
	α	time conversion ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
	$c_{pasture}$	coefficient for pasture (IPCC default: $c_{pasture} = 0.17$)

Net energy needed to obtain food NE_f

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

Laktationsenergie NE_l

Die folgende Regressionsbeziehung beschreibt den Zusammenhang zwischen Milchleistung und Laktationsenergie:

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

where y_m milk yield (in kg animal⁻¹ d⁻¹)
 c_{lac1} constant ($c_{lac1} = 1.47$ MJ kg⁻¹)
 c_{lac2} coefficient ($c_{lac2} = 40$ MJ kg⁻¹)
 x_{fat} mass fraction of fat (in kg kg⁻¹)

Net energy for lactation NE_l

The following regression is used to describe the relation between milk yield and the net energy for lactation:

Leistung für Zugarbeiten NE_d

In Deutschland werden von Rindern keine Zugleistungen mehr erbracht.

Net energy required for draft power NE_d

Cattle are not used to provide power for traction in Germany.

$$NE_d = 0$$

Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit NE_p

Der Nettoenergiebedarf für Trächtigkeit kann über folgende Beziehung berechnet werden:

Net energy required for pregnancy NE_p

Net energy for pregnancy may be expressed as:

$$NE_p = c_{preg} \cdot NE_m$$

where c_{preg} coefficient for pregnancy (IPCC default: $c_{preg} = 0.075$)

Nettoenergiebedarf für Wachstum NE_g

Sowohl für Milchkühe als auch für andere Rinder wird der Nettoenergiebedarf für Wachstum wie folgt ausgedrückt:

Net energy required for growth NE_g

Both for dairy and for non-dairy cattle, the net energy for growth is expressed as

$$NE_g = b \cdot (c_{NEg} \cdot w^{0.75} \cdot \Delta w^{1.119} + \Delta w)$$

where b coefficient (4.18 MJ kg⁻¹)
 c_{NEg} coefficient ($c_{NEg} = 0.035$ kg animal⁻¹ d⁻¹)
 Δw scalar of weight gain
 Δw weight gain (in kg animal⁻¹ d⁻¹)

Deutsche Standardwerte für NE_g und Rinder sind bei GfE (2001), S. 23, angegeben:

German standard values for NE_g and cattle are given in GfE (2001), pg. 23:

$$NE_g = b_{NEg}^* \cdot \Delta w$$

where b_{NEg}^* coefficient ($b_{NEg}^* = 25.5$ MJ kg⁻¹)

In {} angegebene Verhältnisse

Die Verhältnisse, die in der grundlegenden Gleichung in geschweiften Klammern ({}) angegeben sind, werden im Folgenden nach (a) und (c) berechnet, wenn die Verdaulichkeit größer 0,65 MJ MJ⁻¹ ist, bzw. nach (b) und (d), wenn die Verdaulichkeit kleiner oder gleich 0,65 MJ MJ⁻¹ ist.

Fractions in {}

The fractions in brackets ({}) are calculated according to (a) and (c), if the digestibility of the feed is greater than 0.65 MJ MJ⁻¹ and from (b) and (d), if the digestibility is less than or equal 0.65 MJ MJ⁻¹, respectively.

$$(a) \left\{ \frac{NE}{DE} \right\} = 1.123 - 0.4092 \cdot X_{DE} + 0.1125 \cdot X_{DE}^2 - \frac{0.254}{X_{DE}}$$

$$(b) \left\{ \frac{NE}{DE} \right\} = 0.298 + 0.293 \cdot X_{DE}$$

where DE digestible energy (in MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 X_{DE} digestible energy expressed as fraction of GE (in MJ MJ⁻¹)

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

$$(d) \left\{ \frac{NE_g}{DE} \right\} = -0.036 + 0.535 \cdot X_{DE}$$

where NE_g net energy required for weight gain (in MJ animal⁻¹ d⁻¹)

4.4.1.2 Aktivitätsdaten

„Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

Tierzahlen

StatLA C III 1 – vj 4

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 (**R**eionalisiertes **A**grar- und **U**mwelt**I**nformations**S**ystem für Deutschland) gewonnen, das am Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume der FAL betrieben und weiterentwickelt wird⁸.

Datengrundlage sind

- die nationalen Fachstatistiken auf sektoraler und Kreisebene
- KTBL-Daten
- Normdaten zur Beschreibung der Produktionsverfahren
- Daten der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung
- Sonderauswertungen des Bundesministeriums für Landwirtschaft (BML) (Bestandsgrößenklassenverteilung)
- Befragungsdaten

Bei fehlenden statistischen Datengrundlagen wird Expertenwissen in die Modellformulierung einbezogen.

4.4.1.2 Activity data

“Dairy cows” comprise lactating cows and cows in calf.

Animal numbers

StatLA C III 1 – vj 4

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 (**R**eionalisiertes **A**grar- und **U**mwelt**I**nformations**S**ystem für Deutschland – regionalized information system for agriculture and environment in Germany), which is kept and developed at the Institute of Farm Economics and Rural Studies of FAL⁸.

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
- a special analysis concerning herd size frequency distributions performed by the Federal Ministry of Agriculture (BML)
- data obtained from surveys

Whenever statistical data are missing, expert judgements are used to establish the model.

⁸ For an introduction see Weingarten (1995), for a detailed description see Henrichsmeyer et al. (1996).

Die Häufigkeitsverteilungen werden alle vier Jahre im Rhythmus der Bodennutzungshaupterhebung (1991, 1995 and 1999) berechnet. Diese Verteilungen werden für die unmittelbar vorangehenden bzw. folgenden Jahre als gültig angenommen (1991 für 1990 bis 1993; 1995 für 1994 bis 1998; 1999 für 1999 bis 2002).

Flächennutzungsdaten für 2003 waren zur Zeit der Erstellung des vorliegenden Inventars für 2006 nicht verfügbar. Alle aktuellen Berechnungen fußen daher noch auf dem Datensatz der Bodennutzungshaupterhebung von 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 1990 korrigiert⁹. 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 Größenklassen der Tierbestände pro Betrieb stammen aus dem Jahr 1992 (diese Daten dienen der Hochrechnung der Befragungsergebnisse).

Eine Befragung in Modellkreisen im Jahr 2000 diente der Erhebung wichtiger Daten zu Haltungsvorfahren 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

The frequency distributions are calculated for those years where a general land use census (Bodennutzungshaupterhebung) is available, i.e. for 1991, 1995 and 1999. These distributions are applied to the preceding or subsequent years (1991 for 1990 to 1993; 1995 for 1994 to 1998; 1999 for 1999 to 2002).

The detailed land use data obtained in the 2003 census were not yet available for the construction of the 2006 inventory. Therefore, all calculations for the years after 1999 have to use the 1999 data set for agricultural land use.

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 1990⁹. In addition, all numbers were related to the district boundaries valid for 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 distributions on single enterprises date from 1992. These data are used to project the survey results.

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

⁹ These data are part of the model system RAUMIS and are based on a comprehensive project to model agriculture in the New Länder.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

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

4.4.1.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

Tierleistung

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

Fütterung und Futtereigenschaften

Datensätze, die die typische Fütterung in Deutschland als Funktion der Milchleistung beschreiben, sind in Tabelle 4.4 zusammengestellt.

Table 4.4

Typical German X_{DE} for dairy cows and different feeds according to different milk yields Y_m (details see below)

Y_m kg animal ⁻¹ a ⁻¹	y_m kg animal ⁻¹ d ⁻¹	DM kg d ⁻¹	$x_{roughage}$ %	$x_{concentrates}$ %	x_{DE} MJ MJ ⁻¹	X_{DE} MJ MJ ⁻¹
4000	13.3	12	90	10	0.63	0.625
6000	20.0	15	80	20	0.66	0.650
8000	26.7	18	70	30	0.69	0.675
10000	33.3	21	60	40	0.72	0.700
12000	40.0	24	50	50	0.75	0.725
Dry		10	90	10	0.60	

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

where	Y_m	milk yield (kg animal ⁻¹ a ⁻¹) for a lactation period of 300 d a ⁻¹
	y_m	milk yield (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)
	DM	dry matter intake in kg d ⁻¹
	$x_{roughage}$	typical share of roughage (% of DM)
	$x_{concentrates}$	typical share of concentrates (% of DM)

Die mittlere Verdaulichkeit X_{DE} ist das gewichtete Mittel für 10 Monate Laktation ($x_{DE, l}$) und 2 Monate zwischen 2 zwei Laktationen pro Jahr ($x_{DE, dry}$):

$$X_{DE} = \frac{1}{12} \cdot (10 \cdot x_{DE, l} + 2 \cdot x_{DE, dry})$$

Hieraus ergibt sich folgende Regression:

$$X_{DE} = a_{DE} + b_{DE} \cdot Y_m$$

where	X_{DE}	annual mean digestibility (kg kg ⁻¹)
	a_{DE}	constant ($a_{DE} = 0.575$ kg kg ⁻¹)
	b_{DE}	constant ($b_{DE} = 1.25 \cdot 10^{-5}$ kg ⁻¹ a)
	Y_m	milk yield (kg a ⁻¹)

Uncertainty of activity data

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

4.4.1.3 Derivation of emission factors

Animal performance

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

Diets and feed properties

Data sets, which describe diets typical for the German situation as a function of milk yield, are presented in Table 4.4.

The overall digestibility X_{DE} is the weighted mean for 10 months of lactation ($x_{DE, l}$) and 2 months between lactations ($x_{DE, dry}$):

This results in the regression:

Die mittleren MilCHFett-Gehalte sind für die einzelnen Bundesländer in Tabelle 4.5 zusammengestellt.

Milk fat contents are available for single German federal states. They are listed in Table 4.5.

Table 4.5
Fat content of milk (in % of mass) (statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
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		
BY	4.06	4.10	4.11	4.16	4.14	4.17	4.19	4.20	4.22	4.21	4.20	4.35	4.24		
BB		4.36	4.35	4.43	4.43	4.37	4.32	4.26	4.24	4.20	4.17	4.24	4.08		
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		
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		
NS	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		
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		
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		
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		
SA		4.29	4.37	4.43	4.41	4.38	4.36	4.29	4.25	4.20	4.18	4.29	4.07		
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		
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		
Stadt- staaten Germany															

Source: ZMP, various years

Schließen von Datenlücken

Die fehlenden Daten für die Neuen Bundesländer im Jahr 1990 wurden durch Daten aus 1991 ersetzt.

Die Daten für das Saarland wurden insgesamt durch Daten aus Rheinland-Pfalz ersetzt. Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

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

Tiergewichte

Hinsichtlich der Tiergewichte bestehen große regionale Unterschiede, die im Wesentlichen auf unterschiedliche Rassen zurückzuführen sind. Die verwendeten Tiergewichte sind aus den Schlachtkörpergewichten abgeleitet, die der Schlachtstatistik entnommen sind (StatBA, FS3, R4.2.1). Die Faktoren c_w sind Standardwerte des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL). Die Gewichte sind in Tabelle 4.6 zusammengestellt.

Data gap closure

The missing data for the New Länder and the year 1990 were replaced with the respective data for 1991.

Data for Saarland were taken from the respective data set for Rheinland-Pfalz. For the City States, data for Hamburg were taken from Schleswig-Holstein, for Bremen from Niedersachsen, and for Berlin from Brandenburg.

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

Animal weights

Animal weights in Germany vary considerably due to the fact that the mix of races is different within regions. The animal weights used in this inventory are derived from carcass weights obtained from the German slaughter statistics (StatBA, FS3, R4.2.1). The factors c_w relating them to live weights are standard values used by the Federal Ministry for Consumer Protection, Nutrition and Agriculture (BMVEL). The live weights obtained from original data are compiled in Table 4.6.

$$w_{\text{carcass}} = \frac{m_{\text{slaughtered}}}{n_{\text{slaughtered}}} \cdot \beta$$

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

and

$$w_{\text{live}} = \frac{w_{\text{carcass}}}{c_w}$$

where w_{live} live weight (in kg animal⁻¹)
 c_w constant (for dairy cows: $c_w = 0.49$ kg kg⁻¹)

Table 4.6
 Dairy cows, mean weight before slaughtering (in kg animal⁻¹) (calculated from statistical data on carcass weights)

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

Schließen der Datenlücken

Für die Stadtstaaten werden bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC (1996)-3-4.16 gibt für x_{CH_4} einen Wert von $\pm 10\%$ an, der ausdrücklich als Anhaltswert gekennzeichnet ist.

4.4.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Dc10.xls

4.4.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.1

Emissionen: EM1004.01
 Aktivitäten: AC1004.01
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.01
 Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.01 bis
 AI1005CAT.11

Data gap closure

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

Uncertainty of emission factors

IPCC (1996)-3-4.16 mention an uncertainty of $\pm 10\%$ for x_{CH_4} , which is characterized as “rule of thumb” value.

4.4.1.4 Calculation file

GAS_EM\Dc10.xls

4.4.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.1.6 Tables related to Chapter 4.4.1

Emissions: EM1004.01
 Activities: AC1004.01
 Implied emission factors: IEF1004.01
 Additional information: AI1005CAT.01 to
 AI1005CAT.11

4.4.1.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Zum Vergleich der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) 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 (Tabelle 4.7).

Die Größenordnung des Emissionsfaktors stimmt mit denen der Nachbarländer mit ähnlicher Landwirtschaftsstruktur überein.

4.4.1.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

Table 4.7 allows for a comparison of implied emission factors (IEF) with adjoining countries and countries, whose agricultural practice can be compared to German conditions. The German data used in this inventory are compared with the latest published results.

The order of magnitude of the implied emission factors is the same as in countries with a similar agricultural structure.

Table 4.7
 Intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation of dairy cows (submission 2003)

	IEF_{CH_4} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	103
Belgium	
Czech Republic	68
Denmark	118
Germany	111.7
France	103
Netherlands	82
Poland	
Switzerland	
United Kingdom	121

Source: UNFCCC 2005, Table 4.A

4.4.2 Übrige Rinder

Auch für die Gruppe der „übrigen Rinder“ ist die Methan-Emission aus der Verdauung eine Hauptquellgruppe, und zwar hinsichtlich der Menge und des Trends.

Das detaillierte Verfahren ist auch hier anzuwenden. Die Gruppe ist zu disaggregieren. Die Einteilung der „übrigen Rinder“ in der deutschen Tierzählung, deren Aufteilung und Aggregierung zum Zwecke der Emissionsberechnung sowie typische Eigenschaften gehen aus Tabelle 4.8 hervor.

Abbildung 4.2 veranschaulicht, dass bei den Tierkategorien, bei denen die Gewichtszunahme eine Rolle spielt, alle Gewichtsbereiche und Lebensalter erfasst sind.

Die verwendeten Tierzahlen bzw. ihre Berechnung werden im Einzelfall erläutert.

4.4.2 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.

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 4.8 below.

Figure 4.2 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 are explained in the respective chapters.

Table 4.8
Categorization and characterization of cattle

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

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

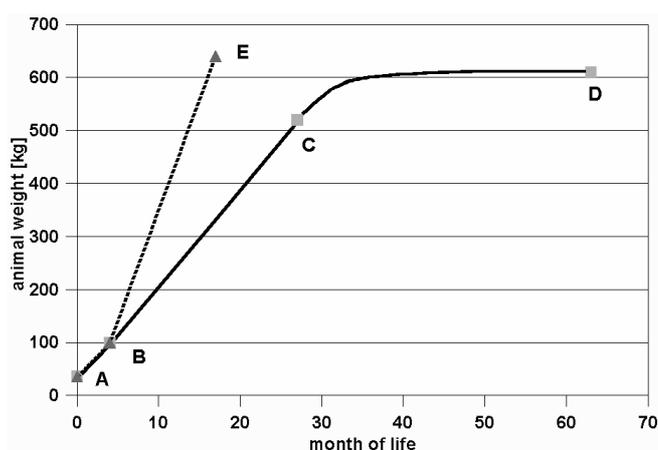


Figure 4.2
Development of animal weights for calves, female and male beef cattle (heifers and bulls):
A to B: calves. Start weight A and final weight B fixed by definition.
B to C: heifers. Weight C: slaughter weight.
C to D: dairy cattle. Weight D: slaughter weight of dairy cattle.
B to E: bulls (male beef cattle). Weight E: slaughter weight of bulls.

4.4.2.1 Kälber

Als Kälber in diesem Inventar gelten alle Rinder mit einem Gewicht unter 100 kg Tier⁻¹. Die deutsche Statistik unterscheidet nicht nach Geschlecht und Bestimmung der Kälber.

4.4.2.1.1 Rechenverfahren

Die Berechnung erfolgt unter Verwendung der Grundgleichung in Kapitel 4. Für Kälber wird die Gesamtenergie dabei aus der umsetzbaren Energie (tabellierte Standardwerte) und der Umsetzbarkeit des Futters abgeleitet (zeitlich und örtlich konstante Standardwerte).

$$EF_i = \frac{ME \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{X_{ME} \cdot \eta_{CH_4}}$$

where	EF_i	emission factor for a cattle subcategory (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	ME	intake of metabolizable energy (in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{CH_4} = 0.02$ MJ MJ ⁻¹)
	α	time conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
	X_{ME}	mean metabolizability (MJ MJ ⁻¹)
	η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg ⁻¹ CH ₄)

Source: x_{CH_4} : expert judgement FAL-TE in accordance with Kirchgessner (1997)

4.4.2.1.2 Aktivitätsdaten

StatLA C III 1 – vj 4

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 Tier⁻¹ und unter 3 Monaten berücksichtigt, wird die in der Statistik angegebene Kälberzahl halbiert und die andere Hälfte dem Mastvieh (Färsen und Mastbullen) zugeschlagen.

4.4.2.1 Calves

Calves in this inventory are all cattle whose weight falls below 100 kg animal⁻¹. German statistics do not differentiate between animals of different sex and destiny.

4.4.2.1.1 Calculation procedure

The basic set of equations listed at the beginning of Chapter 4 is used. For calves the gross energy is derived from metabolizable energy data as listed as standard data, and the metabolizability of their feed (data do not vary in time and space).

4.4.2.1.2 Activity data

StatLA C III 1 – vj 4

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 animal⁻¹ and younger than 3 months; therefore the number given in the census is halved, the second half being attributed to the number of beef cattle (heifers and bulls).

$$n_{ca} = \frac{1}{2} \cdot n_A$$

where	n_{ca}	number of calves considered
	n_A	number of calves in the German census (see Table 4.7)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Der typische Fehler der durch Zählung ermittelten Tierzahlen in Deutschland liegt zwischen 4 und 5 %. Zu Einzelheiten siehe Dämmgen (2005).

4.4.2.1.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

Detailliertes Verfahren:

Als Anfangsgewicht werden 36 kg Tier⁻¹ angenommen, als mittleres Gewicht 68 kg Tier⁻¹. Das Gewicht von 100 kg Tier⁻¹ wird 12 Wochen nach

Uncertainty of activity data

The typical uncertainty of animal numbers in the German census ranges between 4 and 5 %. For details see Dämmgen (2005).

4.4.2.1.3 Derivation of emission factors

Detailed methodology:

The birth weight of calves is assumed to be 36 kg animal⁻¹, and the mean live weight 68 kg animal⁻¹. A weight of 100 kg animal⁻¹ is gained 12

der Geburt erreicht (mittlere Gewichtszunahme 750 g Tier⁻¹ d⁻¹).

Der Bedarf an umsetzbarer Energie wird für die ersten 12 Wochen mit 25 MJ Tier⁻¹ d⁻¹ angenommen, anschließend mit 40 MJ Tier⁻¹ d⁻¹ (Kirchgessner 1997, KTBL, 2004, S. 371), die Umsetzbarkeit des Futters zu 0,65 MJ MJ⁻¹ (IPCC(1996)-3-Table A2).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC (1996)-3-4.16 gibt für x_{CH_4} einen Wert von $\pm 10\%$ an, der ausdrücklich als Anhaltswert gekennzeichnet ist. Dies trifft sinngemäß auch für Kälber zu.

4.4.2.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Ca04.xls

4.4.2.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.2.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.2.1

Emissionen: EM1004.02

Aktivitäten: AC1005.02

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.02

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.15 bis AI1005CAT.27

4.4.2.2 Färsen

Als Färsen werden die Kategorien „Kälber“ (teilweise), „Jungvieh weiblich 1/2 bis unter 1 Jahre“, „Jungvieh 1 bis 2 Jahre weiblich zum Schlachten“, „Schlachtfärsen 2 Jahre und älter“ und „Zucht- und Nutzfärsen 2 Jahre und älter“ bezeichnet.

4.4.2.2.1 Rechenverfahren

Die Berechnung erfolgt unter Verwendung der Grundgleichung in Kapitel 4 für den Energiehaushalt vom Kalb bis zur Nutzung (Gewicht C in Abbildung 4.2). Die Gesamtenergie wird dabei aus der umsetzbaren Energie (tabellierte Standardwerte) und der Umsetzbarkeit des Futters abgeleitet.

weeks after birth, which corresponds to a mean weight gain of 750 g animal⁻¹ d⁻¹.

The metabolizable energy required during the first 12 weeks is 25 MJ animal⁻¹ d⁻¹, afterwards 40 MJ animal⁻¹ d⁻¹ (Kirchgessner 1997, KTBL, 2004, S. 371), the metabolizability of the typical diet is 0.65 MJ MJ⁻¹ (IPCC(1996)-3-Table A2).

Uncertainty of emission factors

IPCC (1996)-3-4.16 mention an uncertainty of $\pm 10\%$ for x_{CH_4} , which is characterized as “rule of thumb” value. This is also accepted for calves.

4.4.2.1.4 Calculation file

GAS_EM\Ca04.xls

4.4.2.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.2.1.6 Tables related to Chapter 4.4.2.1

Emissions: EM1004.02

Activities: EM1004.02

Implied emission factors: IEF1004.02

Additional information: AI1005CAT.15 to AI1005CAT.27

4.4.2.2 Heifers (Female beef cattle)

The subcategory “heifers” in this inventory includes the census subcategories “calves” (partly), “female young cattle between 1/2 and 1 year”, “female young cattle for slaughter from 1 to 2 years” and “heifers for replacement and use above 2 years”.

4.4.2.2.1 Calculation procedure

Calculations follow the pattern described in detail at the beginning of Chapter 4 covering the energy requirements of the animals between calf and use (weight C in Figure 4.2). Gross energy is determined from metabolizable energy, which is obtained from standard values, and the metabolizability of the feed.

$$EF_i = \frac{ME \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{X_{ME} \cdot \eta_{CH_4}}$$

where	EF_i	emission factor for a cattle subcategory (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	ME	intake of metabolizable energy (in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	x_{CH_4}	methane conversion rate ($x_{CH_4} = 0.06$ MJ MJ ⁻¹)
	α	time conversion ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
	X_{ME}	mean metabolizability (MJ MJ ⁻¹)
	η_{CH_4}	energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg ⁻¹ CH ₄)

4.4.2.2.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen

StatLA C III 1 – vj 4

Die Tierzahlen für „Jungvieh weiblich unter 1 Jahr Monaten“, „Schlachtrinder weiblich unter 2 Jahren“, „Zucht- und NutZRinder unter 2 Jahren“, „Schlachtfärsen 2 Jahre und älter“, „Zucht- und Nutzfärsen 2 Jahre und älter“ werden unverändert aus der Statistik übernommen und addiert. Die Zahl der weiblichen Kälber über 3 Monate wird bei den Färsen berücksichtigt.

$$n_{fb} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_C}{n_B + n_C} + n_C + n_E + n_F + n_H + n_I + n_L$$

where	n_{fb}	number of female beef cattle considered
	n_A etc.	animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.7)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen bei Rindern liegt zwischen 4 und 5 %. Die hier vorgenommene Aufteilung hat keinen Einfluss auf den Fehler.

4.4.2.2.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

Detailliertes Verfahren:

Die deutschen statistischen Daten unterscheiden zwischen Mastfärsen und Färsen für „Zucht und Nutzung“. Kennzahlen zu den Halteverfahren 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.

Alter und Gewicht der Tiere

Daten über Anfangs- und Endgewicht der Färsen sowie die Dauer der Haltung und demzufolge auch die tägliche Gewichtszunahme sind in Deutschland nur ausnahmsweise verfügbar. In Tabelle 4.9 sind Lebendgewichte vor Schlachtung aufgeführt. Die Tabellen 4.10, 4.11 und 4.12 geben Anhaltswerte für die unten gegebene Beschrei-

4.4.2.2.2 Activity data

Animal numbers

StatLA C III 1 – vj 4

The animal numbers of the census subcategories “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” are taken from the census without changes. The number of female calves above 3 months is attributed to the number of heifers.

Uncertainty of activity data

The uncertainty of cattle numbers ranges between 4 and 5 %. The splitting of animal numbers does not influence uncertainties.

4.4.2.2.3 Derivation of emission factors

Detailed methodology:

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 the animals are kept and fed in the same way.

Age and weight of the animals:

Data describing initial and final weights of heifers as well as the duration of that phase of life, and consequently of the daily weight gain are hardly available in Germany. Table 4.9 lists live weights before slaughter. Tables 4.10, 4.11 and 4.12 give basic data for energy requirements and feed properties used in the calculations of this

bung von Energiebedarf und Fütterung.

Im Hinblick auf die für die Fütterung vorhandenen Daten werden die Lebensabschnitte von 100 bis 125 kg Tier⁻¹ und oberhalb von 125 kg Tier⁻¹ nicht unterschieden.

Das Anfangsgewicht der Färsen wird daher auf 100 kg Tier⁻¹, das Endgewicht der Kälber, festgelegt. Die verwendeten Standarddaten (KTBL, 2004, S. 382) nehmen ein Endgewicht von etwa 500 kg Tier⁻¹ an. Dies widerspricht den Angaben in Tabelle 4.9 aus den Schlachtkörpergewichten nicht (zum Rechenverfahren siehe Kapitel 4.4.1.3).

inventory.

The data describing feed requirements do not distinguish between heifers weighting between 100 and 125 kg animal⁻¹ and above 125 kg animal⁻¹.

The weight at the beginning of the period is fixed to 100 kg animal⁻¹, the final weight of calves. The standard data used (KTBL, 2004, pp. 382) assume a final weight of about 500 kg animal⁻¹, which does not contradict the final weights derived from carcass weights using a constant factor. (For the method see Chapter 4.4.1.3, for weights obtained see Table 4.9).

$$w_{\text{live}} = \frac{w_{\text{carcass}}}{c_w}$$

where w_{live} live weight (in kg animal⁻¹)
 w_{carcass} carcass weight (in kg animal⁻¹)
 c_w constant (for heifers: $c_w = 0.52 \text{ kg kg}^{-1}$)

Table 4.9

Heifers, mean weight before slaughtering (in kg animal⁻¹) (calculated from statistical data on carcass weights)

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

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

Schließen der Datenlücken

Für die fehlenden Daten im Jahr 1990 bei den Neuen Bundesländern werden 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.

Futterbedarf und Futterzusammensetzung

Nach KTBL (2004, S. 382) wird von einer erforderlichen ME von 35600 MJ Tier⁻¹ in 24 Monaten ausgegangen. Davon entfallen 7700 MJ Tier⁻¹ auf Kraftfutter, 15100 MJ Tier⁻¹ Grundfutter beim Weiden (293 Weidetage in 24 Monaten) und 12800 MJ Tier⁻¹ auf Grundfutter im Stall.

Der ME-Gehalt des Grundfutters (vgl. Tabelle 4.10) im Stall variiert nicht merklich, wenn sich die Anteile zwischen Gras- und Maissilage verschieben. Der Anteil von Gras und Grassilage am

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.

Feed requirements and diet composition

According to KTBL (2004, pg. 382) the mean ME requirements are 35600 MJ animal⁻¹ in 24 months, 7700 MJ animal⁻¹ of which are taken in with concentrates, 15100 MJ animal⁻¹ as roughage during grazing (293 days of grazing in 24 months) and 12800 MJ animal⁻¹ as roughage in the animal house.

ME contents of the roughage fed do not vary considerably when the share of grass and maize silage are changing to some extent. However, the

Grundfutter wird berücksichtigt.

Für das Kraftfutter wurde die gleiche Zusammensetzung angenommen wie bei der Bullenmast (vgl. Tabelle 4.12).

Der Lebensabschnitt von 100 bis 125 kg Tier⁻¹ ist in den Berechnungen enthalten.

Die Zahl der Weidetage geht in die Berechnungen der Futterzusammensetzung ein.

share of grass and grass silage in the roughage are taken into account.

The composition of concentrates is assumed to be the same as for bulls (Table 4.12).

The phase between 100 and 125 kg animal⁻¹ is included in the calculations.

The number of grazing days is taken into account when the average diet composition is calculated.

Table 4.10

Metabolizable energy *ME* required for various animal weights and weight gains for heifers for replacement (Aufzuchtrinder)

weight gain Δw in g animal ⁻¹ d ⁻¹	weight <i>w</i> in kg animal ⁻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	75.1	81.4
600	32.3	39.6	46.7	53.6	60.5	67.3	74.2	81	88
700	34.1	42	49.6	57.2	64.7	72.2	79.9	87.5	95.4
800	36	44.3	52.6	60.9	69.1	77.5	86	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)

Table 4.11

Metabolizable energy *ME* required for various animal weights and weight gains for Fleckvieh heifers (Färsen)

weight gain Δw in g animal ⁻¹ d ⁻¹	weight <i>w</i> in kg animal ⁻¹							
	175	225	275	325	375	425	475	525
600	38.5				64.3	70.2	76	81.7
800	45.6	52.5	59	65.3	71.5	77.4	83.3	89
1000		59.3	65.8	72.1	78.2	84.1	89.9	95.6
1200			70.7	77.8				

Source: GfE (1995)

Table 4.12

Metabolizable energy *ME*, digestibility X_{DE} and metabolizability X_{ME} of diets used for raising heifers for replacement (Aufzuchtrinder)

	<i>ME</i> MJ (kg-DM) ⁻¹	X_{DE} %	X_{ME} %
grass	9.93	72	54.7
grass silage	9.5	65	53
maize silage	10.2	70	56.7
concentrates	10.8	79	71

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Der Fehler bei der Berechnung des Energiebedarfs kann zurzeit nicht quantifiziert werden.

IPCC (1996)-3-4.16 gibt für x_{CH_4} einen Wert von $\pm 10\%$ an, der ausdrücklich als Anhaltswert gekennzeichnet ist.

4.4.2.2.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Fb04.xls

4.4.2.2.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.2.2.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.2.2

Emissionen: EM1004.03

Aktivitäten: AC1005.03

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.03

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.28 to

AI1005CAT.40

4.4.2.3 Mastbullen

Unter Mastbullen werden die Kategorien „Kälber“ (teilweise) „Jungvieh männlich 1/2 bis unter 1 Jahr“ und „Jungvieh männlich 1 bis 2 Jahre“ zusammengefasst.

4.4.2.3.1 Rechenverfahren

Die Berechnung erfolgt unter Verwendung der Grundgleichung in Kapitel 4. Die Gesamtenergie wird dabei aus der umsetzbaren Energie (tabellierte Standardwerte) und der Umsetzbarkeit des Futters abgeleitet. Die Berechnung der umsetzbaren Energie berücksichtigt die Energie zwischen 100 kg Tier⁻¹ und dem Endgewicht der Tiere.

Uncertainty of emission factors

At present, it is impossible to quantify the uncertainty of the calculation of the energy required.

IPCC (1996)-3-4.16 mention an uncertainty of $\pm 10\%$ for x_{CH_4} , which is characterized as “rule of thumb” value.

4.4.2.2.4 Calculation file

GAS_EM\Fb04.xls

4.4.2.2.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.2.2.6 Tables related to Chapter 4.4.2.2

Emissions: EM1004.03

Activities: AC1005.03

Implied emission factors: IEF1004.03

Additional information: AI1005CAT.28 to

AI1005CAT.40

4.4.2.3 Male beef cattle

The subcategory “bulls” (male beef cattle) comprises the census categories “calves” (partly), “male young cattle 1/2 to 1 year” and “male young cattle 1 to 2 years”.

4.4.2.3.1 Calculation procedure

The general calculation procedure is described at the beginning of Chapter 4. Gross energy is derived from the metabolizable energy (as provided by standard tables), and the digestibility of feed. The calculation covers animals from 100 kg animal⁻¹ to their final weight.

$$EF_i = \frac{ME \cdot x_{\text{CH}_4} \cdot \alpha}{X_{\text{ME}} \cdot \eta_{\text{CH}_4}}$$

where	EF_i	emission factor for the cattle subcategory i (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	ME	intake of metabolizable energy (in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	x_{CH_4}	methane conversion rate (0.06 MJ MJ ⁻¹)
	α	time conversion (365 d a ⁻¹)
	X_{ME}	mean metabolizability (MJ MJ ⁻¹)
	η_{CH_4}	energy content of methane (55.65 MJ kg ⁻¹ CH ₄)

4.4.2.3.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen

StatLA C III 1 – v j 4

Die Tierzahlen für „Jungvieh männlich 1/2 bis unter 1 Jahr Monate“ und „Rinder männlich 1 bis 2 Jahre“ werden unverändert aus der Statistik übernommen. Zusätzlich berücksichtigt wird der männliche Anteil der Kälber über 100 kg Tier⁻¹.

4.4.2.3.2 Activity data

Animal numbers

StatLA C III 1 – v j 4

Animal numbers for “male young cattle 1/2 to 1 year” and “male young cattle 1 to 2 years” are directly taken from the census. The share of male calves above 100 kg animal⁻¹ is taken into account:

$$n_{mb} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_B}{n_B + n_C} + n_B + n_D$$

where n_{mb} number of male beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.7)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Aufteilung der Population der Kälber hat keinen Einfluss auf die Unsicherheit. Sie liegt zwischen 4 und 5 % (siehe Dämmgen 2005).

Uncertainty of activity data

The splitting of the calf population does influence the overall uncertainty, which is between 4 and 5 % (see Dämmgen, 2005).

4.4.2.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

Detailliertes Verfahren:

Die deutschen Statistiken unterhalb der Offizialstatistik erfassen Tiergewichte nur in so geringem Ausmaß, dass das Verfahren willkürliche Annahmen für die Gewichte bei Beginn des Mastprozesses machen muss. Im Hinblick auf die für die Fütterung vorhandenen Daten werden die Lebensabschnitte von 100 bis 125 kg Tier⁻¹ und oberhalb von 125 kg Tier⁻¹ unterschieden.

4.4.2.3.3 Derivation of emission factors

Detailed methodology:

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, the fattening period is subdivided into a phase between 100 and 125 kg animal⁻¹ and above 125 kg animal⁻¹.

Mastendgewichte

Die Schlachtstatistiken erfassen die in einem Bundesland in Schlachthöfen geschlachteten Tiere und deren Schlachtkörpergewichte. Hieraus wurden die für das Bundesland typischen Lebendgewichte bei Schlachtung unter Verwendung eines festen Faktors c_w berechnet. Dies dürfte in erster Näherung angemessen sein. Die Daten sind in Tabelle 4.13 zusammengestellt.

Animal weights and weight gains

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 constant factor c_w . This seems to be an adequate approximation. The data obtained are listed in Table 4.13.

$$w_{live} = \frac{w_{carcass}}{c_w}$$

where w_{live} live weight (in kg animal⁻¹)
 $w_{carcass}$ carcass weight (in kg animal⁻¹)
 c_w constant (for bulls – male beef cattle: $c_w = 0.56$ kg kg⁻¹)

Table 4.13

Bulls (male beef cattle), mean weight before slaughtering (in kg animal⁻¹) (calculated from statistical data on carcass weights)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BW	628	609	616	633	637	634	630	623	636	648	650	651	641	650	643
BY	658	639	649	656	661	653	652	648	660	669	675	681	673	679	674
BB		529	578	594	610	599	597	601	611	616	613	627	616	638	634
HE	631	608	617	634	641	634	625	623	627	645	641	636	620	633	632
MV		488	558	573	579	583	573	556	562	571	570	586	552	567	564
NS	616	630	620	626	623	634	645	638	625	639	648	659	662	639	627
NW	632	607	625	634	639	634	633	624	633	642	646	660	651	657	650
RP	609	594	597	620	631	624	612	596	598	611	613	593	591	606	617
SL	636	635	617	590	645	645	654	646	648	648	648	648	648	648	636
SN		522	569	599	615	600	597	591	604	613	609	618	629	619	619
SA		557	558	592	599	596	589	593	598	606	610	611	608	589	589
SH	614	595	605	619	620	616	606	586	595	604	608	613	612	626	614
TH		535	573	619	629	614	616	606	612	597	603	615	613	617	615
Stadt- staaten															
Germany															

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

Schließen der Datenlücken

Die Aussagen für Färsen gelten hier sinngemäß.

Futterbedarf und Futterzusammensetzung

Im Lebensabschnitt von 100 bis 125 kg Tier⁻¹ werden über 25 d bei einer Gewichtszunahme von etwa 1000 g Tier⁻¹ d⁻¹ 35 MJ Tier⁻¹ d⁻¹ ME gefüttert, davon 17 MJ Tier⁻¹ d⁻¹ ME als Kraftfutter (KTBL, 2004, S. 371).

Der Energiebedarf für den Abschnitt von 125 kg Tier⁻¹ bis zum Schlachten wird in Abhängigkeit von Gewicht und Gewichtszunahme berechnet.

Die Kraftfuttermenge wird in Anlehnung an KTBL (2004; S. 397ff) als konstant angesehen (2,15 kg Tier⁻¹ d⁻¹). Die Zusammensetzung des Kraftfutters ist in Tabelle 4.12 wiedergegeben.

Der Anteil von Gras und Grassilage am Grundfutter wird berücksichtigt.

Weidegang ist nicht vorgesehen.

Die Berechnungen von ME gehen von den Tabellen 4.14 bis 4.16 aus:

Data gap closure

The procedure described for heifers is applied by analogy.

Feed requirements and diet composition

Between 100 and 125 kg animal⁻¹, the mean weight gain is assumed to be 1000 g animal⁻¹ d⁻¹. This results in ME requirements of 35 MJ animal⁻¹ d⁻¹, of which 17 MJ animal⁻¹ d⁻¹ are given with concentrates (KTBL, 2004, pg. 371).

Energy requirements above 125 kg animal⁻¹ until slaughtering are calculated as a function of weight and weight gain.

The amount of concentrates fed was assumed to be constant (2.15 kg animal⁻¹ d⁻¹), which is in agreement with KTBL (2004, pg. 397 ff). The composition of the concentrates on which the calculation is based, is provided in Table. 4.12.

The share of grass and grass silage on roughage is taken into account.

Typically, there is no grazing.

The calculations of ME are based on Tables 4.14 to 4.16:

Table 4.14

Metabolizable energy ME required for various animal weights and weight gains for Frisian bulls (Schwarzbunte)

weight gain Δw in g animal ⁻¹ d ⁻¹	weight w in kg animal ⁻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 4.15
 Metabolizable energy ME required for various animal weights and weight gains for Fleckvieh bulls

weight gain Δw in $\text{g animal}^{-1} \text{d}^{-1}$	weight w in kg animal^{-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 4.16
 Cumulative metabolizable energy ΣME in GJ animal^{-1} required for various animal weights and weight gains for bulls

mean weight gain Δw in $\text{g animal}^{-1} \text{d}^{-1}$	final weight w_{fin} in kg animal^{-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 (2004)

Diese Daten beschreiben eine Fläche im ME - w - Δw -Diagramm in Abbildung 4.3.

These data describe an area in the ME - w - Δw -diagram as shown in Figure 4.3.

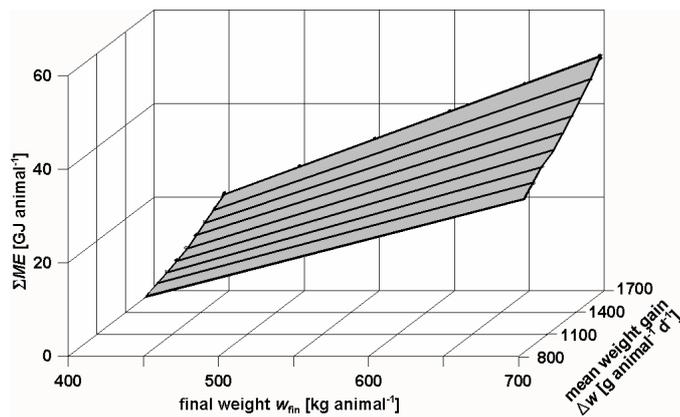


Figure 4.3

Cumulative metabolizable energy required by bulls. Start weight $125 \text{ kg animal}^{-1}$, final weight w_{fin} , and weight gains Δw between 800 and $1600 \text{ g animal}^{-1} \text{d}^{-1}$.

Die Daten in Tabelle 4.16 wurden in eine stetige Funktion entwickelt, die den kumulativen Energiebedarf ΣME als Funktion des Endgewichts w_{fin} und der mittleren Gewichtszunahme Δw beschreibt:

Table 4.16 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 :

$$\Sigma ME = -(a \cdot w_{\text{fin}} - b) \cdot \ln \Delta w + c \cdot w_{\text{fin}} - d$$

where	ΣME	cumulative metabolizable energy (in MJ animal ⁻¹)
	a	constant ($a = 48.936 \text{ MJ kg}^{-1}$)
	w_{fin}	final live weight (in kg animal ⁻¹)
	b	constant ($b = 9020 \text{ MJ animal}^{-1}$)
	Δw	scalar of Δw
	Δw	mean live weight gain (in g animal ⁻¹ d ⁻¹)
	c	constant ($c = 444.6 \text{ MJ kg}^{-1}$)
	d	constant ($d = 91765 \text{ MJ animal}^{-1}$)

Abbildung 4.4 veranschaulicht, dass die in beiden Tabellen angegebenen Daten mit einer Gleichung beschrieben werden können.

As shown in Figure 4.4, this single equation describes the data from both tables adequately.

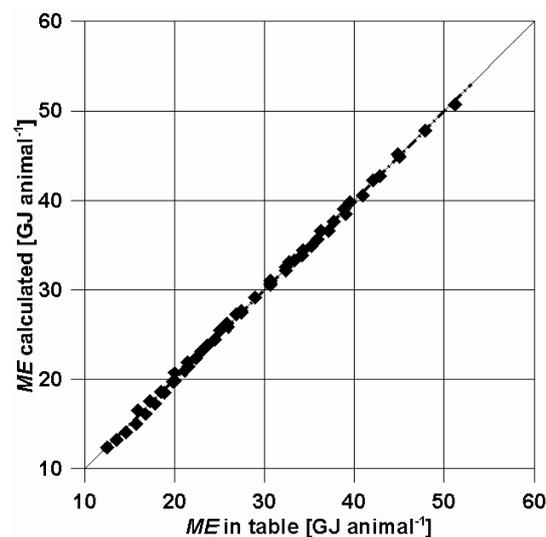


Figure 4.4

Cumulative metabolizable energy ΣME as described in KTBL (2004) and with the above equation (regression: broken line: slope 0.999; intercept 0.004; $R^2 = 0.999$)

Der Energiebedarf zwischen 100 kg Tier⁻¹ dem Gewicht bei Mastbeginn (125 kg Tier⁻¹) wird als Summe aus Erhaltungsenergiebedarf und dem Energiebedarf für Wachstum für eine Gewichtszunahme von 800 g Tier⁻¹ d⁻¹ nach Daten aus GfE (1995) berechnet:

The energy demand between the starting weight of the fattening (100 kg animal⁻¹) and the initial weight used in the above equation (125 kg animal⁻¹) is assessed for a mean weight gain of 800 g animal⁻¹ d⁻¹ using data given in GfE (1995) for maintenance and growth:

$$ME_m = a \cdot w^{0.75}$$

$$ME_g = b \cdot e^{c \cdot w}$$

where	a	constant ($a = 0.53 \text{ MJ animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
	w	scalar of live weight w (w in kg animal ⁻¹)
	b	constant ($b = 3.85 \text{ MJ animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
	c	constant ($c = 0.00207 \text{ animal kg}^{-1}$)

Hieraus ergibt sich:

resulting in

$$\Sigma ME = d \cdot w_{\text{start}} + e$$

where d constant ($d = -29.83 \text{ MJ animal}^{-1} \text{ kg}^{-1}$)
 w_{start} weight at the beginning of the fattening period (in kg animal^{-1})
 e constant ($e = 3756 \text{ MJ animal}^{-1}$)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Uncertainty of emission factors

Der Gesamtfehler setzt sich zusammen aus

The overall error is composed of

- Fehler bei der Berechnung des Energiebedarfs: Der Fehler kann zurzeit nicht geschätzt werden.
- Fehler bei Gewichtsangaben: Der Fehler dürfte unter 10 % liegen.
- Fehler für verwendete Konstanten: IPCC (1996)-3-4.16 gibt für x_{CH_4} einen Wert von $\pm 10 \%$ an, der ausdrücklich als Anhaltswert gekennzeichnet ist.

- the error of the calculation of energy requirements, which cannot be assessed at present,
- the error of animal weights, which is estimated to be less than 10 %, and
- errors of constants: IPCC (1996)-3-4.16 mention an uncertainty of $\pm 10 \%$ for x_{CH_4} , which is characterized as “rule of thumb” value.

4.4.2.3.4 Arbeitsmappe

4.4.2.3.4 Calculation file

GAS_EM\Mb06.xls

GAS_EM\Mb06.xls

4.4.2.3.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

4.4.2.3.5 Resolution in space and time

Landkreise, 1 Jahr

Rural districts, 1 year

4.4.2.3.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.2.3

4.4.2.3.6 Tables related to Chapter 4.4.2.3

Emissionen: EM1004.04
 Aktivitäten: AC1005.04
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.04
 Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.41 bis AI1005CAT.53

Emissions: EM1004.04
 Activities: AC1005.04
 Implied emission factors: IEF1004.04
 Additional information: AI1005CAT.41 to AI1005CAT.53

4.4.2.4 Mutterkühe

4.4.2.4 Suckling cows

4.4.2.4.1 Rechenverfahren

4.4.2.4.1 Calculation procedure

Die in Kapitel 4 beschriebene Bestimmung der Gesamtenergie wird sinngemäß angewendet. Die Größen werden dabei aus der umsetzbaren Energie (tabellierte Standardwerte) und der Umsetzbarkeit des Futters nach KTBL (2004), S. 414 abgeleitet.

The determination of the gross energy was carried out as described in the beginning of Chapter 4. Standard data of the metabolizable energy were combined with the metabolizability of feeds according to KTBL (2004), pg. 414.

$$EF_i = \frac{ME \cdot x_{\text{CH}_4} \cdot \alpha}{X_{\text{ME}} \cdot \eta_{\text{CH}_4}}$$

where EF_i emission factor for the cattle subcategory i (in $\text{kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$)
 ME intake of metabolizable energy (in $\text{MJ animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
 x_{CH_4} methane conversion rate (0.06 MJ MJ^{-1})
 α time conversion (365 d a^{-1})
 X_{ME} mean metabolizability (MJ MJ^{-1})
 η_{CH_4} energy content of methane ($55.65 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)

4.4.2.4.2 *Aktivitätsdaten*

Tierzahlen

StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Der typische Fehler der Tierzahlen bei Rindern liegt zwischen 4 und 5 % (siehe Dämmgen 2005).

4.4.2.4.3 *Emissionsfaktoren*

Futterbedarf und Futterzusammensetzung

Mutterkühe haben im Mittel 0,9 Kälber pro Jahr.

Der Energiebedarf einer Mutterkuh wird im Mittel als konstant angesehen. Für eine Mutterkuh ohne Kalb werden (gerundet) 36000 MJ Tier⁻¹ a⁻¹ ME angegeben, wovon 1600 MJ Tier⁻¹ a⁻¹ auf Kraftfutter entfallen, der Rest zu gleichen Teilen auf Gras und Grassilage. Die Zusammensetzung des Kraftfutters ist in Tabelle 4.12 angegeben (KTBL, 2004, S. 414).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die unter Kapitel 4.4.3.3 angegebene Fehlerbetrachtung gilt sinngemäß auch für Mutterkühe.

4.4.2.4.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\Sc03.xls

4.4.2.4.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.4.2.4.6 *Tabellen zu Kapitel 4.4.2.3*

Emissionen: EM1004.05

Aktivitäten: AC1005.05

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.05

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.54 bis AI1005CAT.66

4.4.2.5 *Zuchtbullen*

Als Zuchtbullen werden alle männlichen Rinder mit einem Alter von > 2 Jahren angesehen.

4.4.2.5.1 *Rechenverfahren*

Die Gesamtenergie wird entsprechend der Grundgleichung aus der umsetzbaren Energie abgeleitet. Hier wird ausschließlich der Erhaltungsbedarf des Tieres verwendet.

4.4.2.4.2 *Activity data*

Animal numbers

StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

The uncertainty of animal numbers of cattle ranges between 4 and 5 % (Dämmgen, 2005).

4.4.2.4.3 *Emission factors*

Feed requirements and diet composition

Suckling cows give birth to 0.9 calves per year (average).

A suckling cow with calf has an energy requirement of approx. 36000 MJ animal⁻¹ a⁻¹ ME, 1600 MJ animal⁻¹ a⁻¹ of which are taken in with concentrates. The rest is composed of equal shares of grass and grass silage. The composition of concentrates is given in Table 4.12 (KTBL, 2004, pg. 414).

Uncertainty of emission factors

The reflection on uncertainty given in Chapter 4.4.3.3 is also valid for suckling cows.

4.4.2.4.4 *Calculation file*

GAS_EM\Sc03.xls

4.4.2.4.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.4.2.4.6 *Tables related to Chapter 4.4.2.3*

Emissions: EM1004.05

Activities: AC1005.05

Implied emission factors: IEF1004.05

Additional information: AI1005CAT.54 to AI1005CAT.66

4.4.2.5 *Bulls (mature male cattle)*

All male cattle above 2 years are considered to be used for reproduction.

4.4.2.5.1 *Calculation procedure*

The gross energy demand is derived from the metabolizable energy. Here, the energy for maintenance is used exclusively.

$$EF_i = \frac{ME \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{X_{ME} \cdot \eta_{CH_4}}$$

where	EF_i	emission factor for the cattle subcategory i (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	ME	intake of metabolizable energy (in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	x_{CH_4}	methane conversion rate (0.06 MJ MJ ⁻¹)
	α	time conversion (365 d a ⁻¹)
	X_{ME}	mean metabolizability (MJ MJ ⁻¹)
	η_{CH_4}	energy content of methane (55.65 MJ kg ⁻¹ CH ₄)

with

$$ME \approx NE_m = c_{oc} \cdot w^{0.75}$$

where	c_{oc}	constant for other cattle ($c_{oc} = 0.322$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	w	scalar of w
	w	live weight (in kg animal ⁻¹)

4.4.2.5.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen

StatLA C III 1 – vj 4,

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Grundsätzlich gelten die oben gemachten Aussagen für die Genauigkeit der Tierzahlen bei Rindern (Fehler zwischen 4 und 5 %).

4.4.2.5.3 Emissionsfaktoren

Ableitung der Emissionsfaktoren

Das Gewicht eines Zuchtbullens wird mit etwa 1000 kg Tier⁻¹ angesetzt (KTBL, 2004, S. 350). Für dieses Gewicht wird der Unterhaltungsbedarf berechnet.

Für die Umsetzbarkeit wird der IPCC-default-Wert von 0,55 MJ MJ⁻¹ angesetzt, für die Verdaulichkeit wird 0,6 MJ MJ⁻¹ angenommen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Werte für Umsetzbarkeit und Verdaulichkeit sind Expertenschätzungen, das Gewicht der Zuchtbullens ebenfalls.

4.4.2.5.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\BI02.xls

4.4.2.5.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.4.2.5.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.2.4

Emissionen: EM1004.06
Aktivitäten: AC1005.06

4.4.2.5.2 Activity data

Animal numbers

StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

The uncertainty for cattle numbers is in the range of 4 to 5 % (as above).

4.4.2.5.3 Emission factors

Derivation of emission factors

The weight of a mature bull for reproduction is assumed to be 1000 kg animal⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 350), for which the net energy for maintenance is calculated.

The metabolizability is taken to be 0.55 MJ MJ⁻¹ (IPCC default), for the digestibility 0.6 MJ MJ⁻¹.

Uncertainty of emission factors

The values for metabolizability and digestibility are expert judgements; the same applies to the weight of mature bulls.

4.4.2.5.4 Calculation file

GAS_EM\BI02.xls

4.4.2.5.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.4.2.5.6 Tables related to Chapter 4.4.2.4

Emissions: EM1004.06
Activities: AC1005.06

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.06
 Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.67 bis
 AI1005CAT.78

4.4.2.6 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Zum Vergleich der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) solcher Staaten, deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, werden die deutschen Werte dieses Inventars den letzten veröffentlichten Daten gegenübergestellt (Tabelle 4.17).

Die deutschen Zahlen bewegen sich im Mittelfeld der Meldungen, unterschreiten aber den default-Wert für West Europa (IPCC(1996)-3-4.11) deutlich.

Table 4.17

Intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation of other cattle (submission 2003)

	IEF_{CH_4} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	53
Belgium	48
Czech Republic	24
Denmark	36
Germany	38
France	52
Netherlands	33
Poland	
Switzerland	43
United Kingdom	43

Source: UNFCCC 2005, Table 4.A

4.4.3 Schweine

Methan-Emissionen aus der Verdauung bei der Haltung von Schweinen sind keine Hauptquellgruppe. Der Umstand, dass die Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern eine Hauptquellgruppe darstellt, macht eine detaillierte Berechnung des Energiehaushalts der Schweine notwendig.

Die Berechnungen sind insgesamt Stufe-2-Verfahren. Die grundlegenden Beziehungen zur Berechnung sind nach IPCC (1997)

Implied emission factors: IEF1004.06
 Additional information: AI1005CAT.67 to
 AI1005CAT.78

4.4.2.6 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

In Table 4.17 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.

German data are close to the mean reported by the other nations. However, they definitely fall below the default values given for Western Europe in IPCC(1996)-3-4.11.

4.4.3 Pigs

Methane emissions from the enteric fermentation of pigs are not a key source. However, as emissions from the manure management of pigs are a key source, detailed calculations of the energy balance are a necessary prerequisite.

In total, the assessment follows the Tier 2 methodology. The basic equations used in accordance with IPCC (1997) are

$$E_{CH_4, i} = n_i \cdot EF_i$$

$$EF_i = \frac{GE \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}}$$

where $E_{CH_4, i}$ methane emission for cattle subcategory i (in $kg\ a^{-1}\ CH_4$)
 n_i number of animals in cattle subcategory i (animals)
 EF_i emission factor for cattle (in $kg\ animal^{-1}\ a^{-1}\ CH_4$)
 GE_i gross energy intake in cattle subcategory i (in $MJ\ animal^{-1}\ d^{-1}$)
 x_{CH_4} methane conversion rate ($x_{CH_4} = 0.006\ MJ\ MJ^{-1}$)
 α time conversion ($\alpha = 365\ d\ a^{-1}$)
 η_{CH_4} energy content of methane ($\eta_{CH_4} = 55.65\ MJ\ kg^{-1}\ CH_4$)

Die deutsche Tierzählung unterscheidet Schweine hinsichtlich ihres Geschlechts, ihres Gewichts, ihrer Bestimmung und ihres Alters.

Tabelle 4.18 stellt die Kategorien der Tierzählung denen des Inventars gegenüber.

German census data categorise pigs according to their sex, weight, destination and age.

Table 4.18 compares the categories used in the animal census and in this inventory.

Table 4.18
Categorization and characterization of pigs

Animal category according to German census type			Animal categories used in this inventory			
			type	category	weight 1	weight 2
M	Ferkel bis unter 25 kg	piglets		piglets	1.5 kg animal ⁻¹	8.5 kg animal ⁻¹
N	Jungschweine bis unter 50 kg Lebendgewicht	young pigs lighter than 50 kg live weight	we	weaners	8.5 kg animal ⁻¹	$w_{fin, we}$
O	Mastschweine 50 bis 80 kg	fattening pigs 50 to 80 kg	fp	fattening pigs	$w_{fin, we}$	$w_{fin, fp}$
P	Mastschweine 80 bis 110 kg	fattening pigs 80 to 110 kg				
Q	Mastschweine 110 kg und mehr	fattening pigs heavier than 110 kg				
R	Jungsauen trächtig	young sows gestating	so	sows		
S	Andere Sauen trächtig	other sows gestating				
T	Jungsauen nicht trächtig	young sows not gestating				
U	Andere Sauen nicht trächtig	other sows not gestating				
V	Eber zur Zucht	boars	bo	boars		

weight 1: weight at the beginning of the respective period, weight 2: weight at the end of the respective period; w: variable weight; fin: final

4.4.3.1 Sauen

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 mitberücksichtigt.

4.4.3.1.1 Rechenverfahren

Für Sauen werden die in Kapitel 4.4.1.1 genannten Beziehungen sinngemäß angewendet. GE wird dabei nach GfE (1987) mit Hilfe folgender Beziehung bestimmt:

4.4.3.1 Sows

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 suckling pigs.

4.4.3.1.1 Calculation procedure

For sows, the equations given in 4.4.1.1 are used by analogy. Here, GE is determined according to GfE (1987) using the following relation:

$$GE_{\text{sow}} = \left(\frac{ME_{\text{empty}} \cdot t_{\text{empty}}}{q_{\text{empty}}} + \frac{ME_{\text{grav}} \cdot t_{\text{grav}}}{q_{\text{grav}}} + \frac{ME_1 \cdot t_1}{q_1} \right) \cdot n_{\text{births}}$$

where	GE_{sow}	gross energy demand of a sow (in MJ animal ⁻¹ a ⁻¹)
	ME_{empty}	metabolizable energy demand between weaning and covering (in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	t_{empty}	time between weaning and covering (in d)
	q_{empty}	metabolizability of feed between weaning and covering (MJ MJ ⁻¹)
	ME_{grav}	metabolizable energy during gravidity (in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	t_{grav}	duration of gravidity (in d)
	q_{grav}	metabolizability of feed during gravidity (MJ MJ ⁻¹)
	ME_1	metabolizable energy demand during lactation (in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	t_1	duration of lactation period (in d)
	q_1	metabolizability of feed during lactation (MJ MJ ⁻¹)
	n_{births}	number of births per year (a ⁻¹)

4.4.3.1.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA CIII – vj 4

4.4.3.1.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA CIII – vj 4

$$n_{\text{so}} = n_{\text{R}} + n_{\text{S}} + n_{\text{T}} + n_{\text{U}}$$

where	n_{so}	number of sows considered
	n_{R} etc.	animal numbers of type R (etc.) in the German census (see Table 4.14)

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 entstandenen systematischen Fehler liegen bei Schweinen unter 5 % (vgl. Dämmgen, 2005).

4.4.3.1.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

Die Empfehlungen von GfE (1987) sehen die in Tabelle 4.19 gegebenen Werte vor. Sie beziehen sich auch Sauen mit ihren Saugferkeln bis zu einem Gewicht von 8,5 kg Tier⁻¹.

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).

4.4.3.1.3 Derivation of emission factors

The recommendation by GfE (1987) provides the data shown in Table 4.19, which refer to a piglet weight of 8.5 kg animal⁻¹.

Table 4.19

Energy requirements of sows as function of stage and number of piglets raised (expert data, GfE 1987)

Period	Duration in d	Number of piglets raised per litter	Energy requirement ME in MJ d ⁻¹
Gravidity	84		25
	30		29
Lactating	25	8	56
		10	67
		12	77
Weaning to covering	27		29
Total	166		

Der Energiebedarf laktierender Sauen, der in Tabelle 4.19 angegeben ist, wird in eine stetige Funktion umgewandelt:

Energy requirements for lactating sows are deduced from Table 4.19 and transformed into a steady function:

$$ME_l = a + b \cdot n_{\text{piglet}}$$

where ME_l metabolizable energy for lactation (in MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 a constant ($a = 10.0$ MJ sow⁻¹ d⁻¹)
 b constant ($b = 6.0$ MJ sow⁻¹ piglet⁻¹ d⁻¹)
 n_{piglet} number of piglets raised per birth

Die Anzahl der Reproduktionszyklen wird mit 2,2 Würfen pro Sau und Jahr angenommen (KTBL 2004: Spanne 2,0 bis 2,5, gute Praxis 2,3). Die Zahl der aufgezogenen Ferkel und damit auch pro Geburt variiert sowohl örtlich als auch mit der Zeit. Die verfügbaren Informationen sind in Tabelle 4.20 zusammengefasst.

The number of births per year remained constant with 2.2 a⁻¹ (KTBL 2004: between 2.0 and 2.5, good practice 2.3). The number of piglets raised per year and thus per birth varies with time and region. The information available is compiled in Table 4.20.

Der Ferkelbedarf wird für Ferkel, die mit 8,5 kg Tier⁻¹ abgesetzt werden, berechnet. Daten über das Absetzalter oder -gewicht sind nicht verfügbar.

Piglets are calculated to have final weight of 8.5 kg animal⁻¹. Data on weaning age or weight are not available.

Table 4.20
Number of piglets raised per sow (primary statistical information)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BW									19.2	19.1	18.2				
BY	18.0	18.0	17.7	17.6	17.8	18.5	17.6	18.4	19.6	19.6	19.6	19.4	19.6	19.6	
BB							17.8	18.2	18.9	19.5	19.7		20.3		
HE	17.0	17.1	16.6	16.9	17.1	17.1	16.9	17.9	18.0	18.6	18.5		19.1		
MV								19.1	19.6	20.8	21.1		21.3		
NS	18.9	18.9	18.9	18.7	18.5	18.7	18.4	18.9	19.3	19.5	19.7		19.6	20.5	
NW	19.0	17.8	18.4	18.9	19.0	18.9	19.1	19.7	20.1	20.2	20.3	20.4	20.3	20.3	
RP	17.2	17.3	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.9	18.0	18.2	18.5		18.4	19.1	
SL	17.2	17.3	17.2	17.3	17.4	17.5	17.6	17.9	18.0	18.2	18.5		18.4		
SN				17.8	18.4	18.7	18.64	19.18	19.88	20.41	20.45	20.56	20.67	21.04	
SA								18.5	18.5	19.9	20		20.7		
SH		18.8	18.6	18.4	18.7	19.0	18.8	19.3	19.7	19.8	20.1		20.3	20.7	
TH							18.3	19.0	20.1	20.45	21.23	20.43	21.25		
Stadtstaaten															
Germany		18.5	18.5				19.1	19.1				19.8	19.8		

Sources: ZDS, various years; ThMLNU (2002, 2003), SMUL (2000, 2002); MLUR (2002)

Schließen von Datenlücken

Kleine Lücken (einzelne fehlende Werte) wie die fehlenden Werte für 2001 werden durch lineare Interpolation ersetzt. Fehlende Werte am Ende einer Zahlenreihe werden vorläufig durch Fortschreiben des letzten jeweils berichteten Wertes ersetzt.

Data gap closure

Small gaps (single data) as the missing data for 2001 are closed by linear interpolation. Missing data at the end of a time series are replaced by the data reported for the latest year available.

Für größere Lücken in den Bundesländern mit Ausnahme von Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen wurde berechnet, um wie viel die Ferkelzahlen bei Berücksichtigung aller vorhandenen Daten über bzw. unter dem Bundesdurchschnitt liegen. Diese Korrekturdaten sind in Tabelle 4.21 aufgeführt.

Larger gaps in the federal states with the exception of Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen and Thüringen are closed using the national mean and a correction factor which is the fraction of the mean of the data for a single federal state over the mean of the Federal Republic for the same years. These data are listed in Table 4.21.

Table 4.21

Piglets raised per sow. Correction factors for data gap closing for federal states in former West Germany.

	factor
Baden-Württemberg	0.970
Bayern	0.993
Hessen	0.977
Niedersachsen	1.024
Nordrhein-Westfalen	1.037
Rheinland-Pfalz	0.955
Saarland	0.955
Schleswig-Holstein	1.033

In den Bundesländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen betrug die Zahl der Ferkel pro Sau und Jahr 1990 17,0. Ein linearer Anstieg von 1990 bis zum jeweils ersten berichteten Jahr ist nach Expertenschätzung realistisch (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

Auch hier werden für die Stadtstaaten bei Hamburg die Daten von Schleswig-Holstein eingesetzt, bei Bremen die von Niedersachsen und bei Berlin die von Brandenburg.

Futterbedarf und Futterzusammensetzung

Die Umsetzbarkeit der verwendeten Futter ist in Tabelle 4.22 angegeben. Sie wurde aus der Futterzusammensetzung nach Beyer et al. (2004) berechnet.

Für die neuen Bundesländer gilt, dass sich auch unmittelbar nach der Wende das verwendete Futter nicht von dem in Tabelle 4.20 angegebenen unterschied. (Expertenschätzung Schnabel, Rönsch, Bodenstein)

For the Federal States of Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen and Thüringen, the number of piglets raised in 1990 is assumed to be 17.0. In addition, a linear increase towards the earliest year of reporting is assumed (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

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

Feed ration and diet composition

The metabolizability of the diets is summarized in Table 4.22. It was calculated regarding its typical composition using data compiled in Beyer et al. (2004).

The feed composition in the New Länder after the German unification did not differ in principle from that listed in Table 4.22 (expert judgement Schnabel, Rönsch, Bodenstein).

Table 4.22:

Diets used in pig feeding and related energies (GE , DE and ME related to DM) and nitrogen contents (x_N). Feed composition according to deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, privat communication; energy contents according to Beyer et al. (2004) and LfL (2004)

feed type	range in kg animal ⁻¹	major components	GE in MJ kg ⁻¹	DE in MJ kg ⁻¹	ME in MJ kg ⁻¹	x_N in kg kg ⁻¹
sows A	empty, lactating	wheat bran, wheat, barley, triticale, peas, soybean meal	16.3	13.5	13.0	0.0270
sows B	gestating	wheat bran, wheat, barley, triticale, sunflower meal, soybean meal	16.2	12.7	12.0	0.0226
weaners A	8 to 12	wheat, barley, soybeans and soybean meal, maize	17.4	14.8	14.0	0.0258
weaners B	12 to 30	wheat, barley, soybeans (full fat), maize, soybean oil	17.2	14.8	13.8	0.0282
fatteners A	30 to 60	wheat, rye, wheat gluten	16.6	13.6	13.4	0.0275
fatteners B	60 to 120	meal, soybean meal, triticale, rapeseed meal	16.4	13.3	13.0	0.0280
fatteners A, N reduced	30 to 60	wheat, rye, triticale, wheat gluten meal, peas, soybean	16.2	13.6	13.4	0.0266
fatteners B, N reduced	60 to 120	meal, rapeseed meal	16.8	13.0	13.0	0.0222
boars	120	wheat bran, wheat, barley, triticale, peas, soybean meal	16.3	13.5	13.0	0.0270

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die Ferkelzahlen pro Sau sind keine Fehlerschätzungen verfügbar.

GfE (1987) macht keine Angaben über die Unsicherheit der Berechnung des Energiehaushalts und der Futtermenge.

IPCC (1996)-3-4.35 macht keine Angaben zur Unsicherheit des Methan-Konversionsfaktors. Die für Rinder beschriebene Angabe „Anhaltswert“ ("rule of thumb") wird auch für Schweine gelten.

4.4.3.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\So04.xls

4.4.3.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.3.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.3.1

Emissionen: EM1004.09
Aktivitäten: AC1005.08
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.08
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.01 bis AI1005.PSH.13

4.4.3.2 Aufzuchtferkel

Aufzuchtferkel sind die jungen Schweine nach dem Absetzen von der Sau bis zum Beginn der Mast.

4.4.3.2.1 Rechenverfahren

Der kumulative Bedarf an umsetzbarer Energie für zwei Fütterungsabschnitte während der Mast von Aufzuchtferkeln und die für das verwendete Futter bestimmte Umsetzbarkeit werden zur Bestimmung der Bruttoenergie herangezogen.

$$GE_{we} = \left(\frac{\sum ME_{we, A}}{q_{we, A}} + \frac{\sum ME_{we, B}}{q_{we, B}} \right) \cdot n_{rounds}$$

where	GE_{we}	gross energy demand of weaners (in MJ animal ⁻¹ a ⁻¹)
	$\sum ME_{we, A}$	cumulative metabolizable energy demand for fattening period A (in MJ animal ⁻¹)
	$q_{we, A}$	metabolizability of feed in period A (in MJ MJ ⁻¹)
	$\sum ME_{we, B}$	cumulative metabolizable energy demand for fattening period B (in MJ animal ⁻¹)
	$q_{we, B}$	metabolizability of feed in period B (in MJ MJ ⁻¹)
	n_{rounds}	number of animal rounds (in a ⁻¹)

4.4.3.2.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA CIII – vj 4

In der deutschen Statistik schließt umfasst die Zahl der Ferkel die der Saugferkel und Aufzucht-

Uncertainty of emission factors

The uncertainty of the number of piglets per sow is unknown.

GfE (1987) does not make any statement about the uncertainty of the method to derive both energy balance and feed.

IPCC(1996)-3-4.35 fails to give details on the uncertainty of the methane conversion factor. The statement given for cattle ("rule of thumb") is assumed to be valid for pigs as well.

4.4.3.1.4 Calculation file

GAS_EM\So04.xls

4.4.3.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.3.1.6 Tables related to Chapter 4.4.3.1

Emissions: EM1004.09
Activities: AC1005.08
Implied emission factors: IEF1004.08
Additional information: AI1005PSH.01 bis AI1005.PSH.13

4.4.3.2 Weaners

Weaners are young pigs between weaning and the begin of fattening.

4.4.3.2.1 Calculation procedure

The cumulative energy requirements for two phases of nutrition of weaners, and the diet composition and its digestibility are used to derive gross energy intake.

4.4.3.2.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA CIII – vj 4

German statistics provide the total number of piglets, which includes both suckling pigs and

ferkel. Der Anteil der Aufzuchtferkel an der Gesamtzahl wird anhand der Zahl der Tage berechnet, die der jeweilige Lebensabschnitt umfasst:

$$n_{we} = n_M \cdot \frac{t_{we}}{t_{piglet} + t_{we}}$$

where n_{we} number of weaners
 n_M number of piglets in German census (see Table 4.18)
 t_{we} duration of weaner production ($t_{we} = 48$ d, KTBL 2004, pg. 466)
 t_{piglet} time span piglets spend with the sow ($t_{piglet} = 25$ d, see Table 4.19)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten der Tierzahlen in der Officialstatistik wird etwa 4 bis 5 % betragen. Die zusätzliche Unsicherheit durch die Berechnung der Zahl der Aufzuchtferkel dürfte in der gleichen Größenordnung liegen.

4.4.3.2.3 Ableitung von Emissionsfaktoren

Tiergewichte und Gewichtszunahmen

Schweine werden etwa 6 Wochen als Aufzuchtferkel gehalten. In dieser Zeit nehmen sie etwa 20 kg Tier⁻¹ zu. Die Gewichtszunahme ist dabei eine Funktion der Zeit bzw. des Gewichts. Die, die Größen verbindende, Funktion ist in Abbildung 4.5 wiedergegeben. Da variable und konstante Gewichtszunahme im betrachteten Gewichtsbereich nicht zu unterschiedlichen Ergebnissen führen, wird mit konstanter Gewichtszunahme gerechnet.

Die Endgewichte für diesen Lebensabschnitt sind in Tabelle 4.24 aufgeführt (Einstall-Gewicht für Mastschweine).

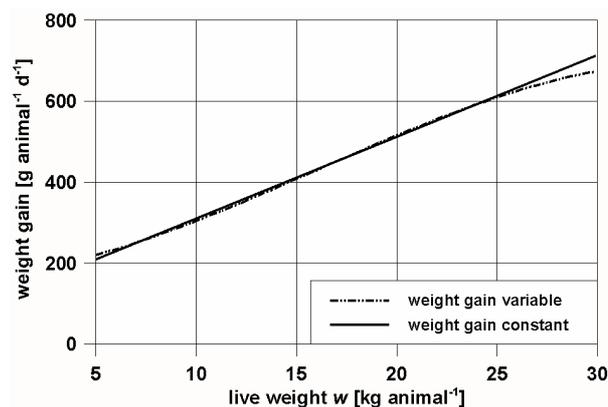


Figure 4.5
Weight gain as a function of weight of weaners according to LfL (2004c)

Ernährung

GfE (1987) gibt Empfehlungen für den Energiebedarf von Aufzuchtferkeln, wie sie in Tabelle 4.23 aufgeführt sind.

weaners. The share of weaners is calculated from the number of days which the animals spend in the respective phase of life:

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.

4.4.3.2.3 Derivation of emission factors

Relevant animal weights and weight gains

Weaners are kept for about 6 weeks during which time they gain 20 kg animal⁻¹. Weight gain is a function of time and weight. The relation used in this calculation is depicted in Figure 4.5. As variable weight gain and constant weight gain do not differ for the relevant weights, a constant weight gain is assumed for the calculation.

The final weights of this phase are listed in Table 4.24 (start weight for fattening pigs).

Animal nutrition

GfE (1987) gives the recommendations for the energy requirements of weaners which are listed in Table 4.23.

Table 4.23
Metabolizable energy ME required for various animal weights and weight gains for weaners (GfE, 1987)

weight gain Δw in g animal ⁻¹ d ⁻¹	weight w in kg animal ⁻¹			
	7.5	12.5	17.5	22.5
100	2.6			
200	4.3	5.2	6.0	
300	6.0	7.1	8.0	9.0
400		8.9	10.0	11.2
500			12.0	13.3
600				15.5

Die hier angegebenen Werte werden für Gewichtszunahmen von 200, 300, 400 und 500 g Tier⁻¹ d⁻¹ in stetige Funktionen umgewandelt (siehe Abbildung 4.6).

For weight gains of 200, 300, 400 and 500 g animal⁻¹ d⁻¹, Table 4.23 was converted in steady functions as shown in Figure 4.6

$$ME_{\Delta w} = a_{\Delta w} + b_{\Delta w} \cdot w$$

where $ME_{\Delta w}$ metabolizable energy for live weight gain Δw
 $a_{\Delta w}$ constant $\Delta w = 200$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($a_{\Delta w} = 3.024$ MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 300$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($a_{\Delta w} = 4.555$ MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 400$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($a_{\Delta w} = 6.008$ MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 500$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($a_{\Delta w} = 7.450$ MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 $b_{\Delta w}$ constant $\Delta w = 300$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($b_{\Delta w} = 0.170$ MJ kg⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 400$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($b_{\Delta w} = 0.198$ MJ kg⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 500$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($b_{\Delta w} = 0.230$ MJ kg⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 600$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($b_{\Delta w} = 0.260$ MJ kg⁻¹ d⁻¹)
 w animal weight (in kg animal⁻¹)

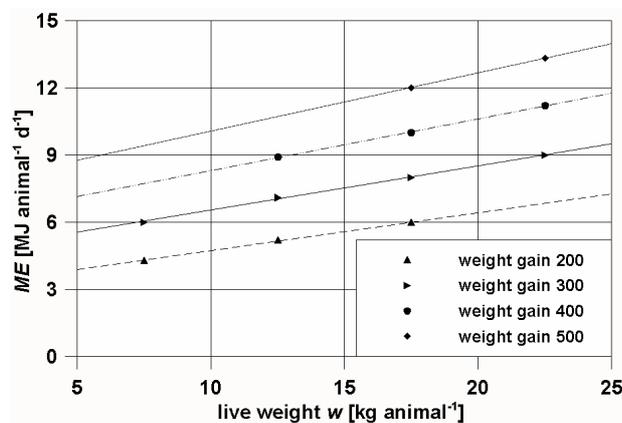


Figure 4.6:
Metabolizable energy requirements of weaners as a function of live weight for weight gains of 200, 300, 400 and 500 g animal⁻¹ d⁻¹.

Hieraus wurde eine stetige Funktion abgeleitet, die die kumulierte umsetzbare Energie als Funktion von Gewicht und Gewichtszunahme beschreibt:

A single steady function was derived which relates cumulative energy requirements to both weight and weight gain:

$$\Sigma ME_w = \Sigma ME_{w,200} + \frac{\Sigma ME_{w,500} - \Sigma ME_{w,200}}{s_{\Delta w}} \cdot (\Delta w - \Delta w_{200})$$

where	ΣME_w	cumulative metabolizable energy for a given weight above 5 kg animal ⁻¹ and a given weight gain Δw between 200 and 600 g animal ⁻¹ d ⁻¹
	$\Sigma ME_{w,200}$	cumulative metabolizable energy for a weight gain of 200 g animal ⁻¹ d ⁻¹
	$\Sigma ME_{w,500}$	cumulative metabolizable energy for a weight gain of 500 g animal ⁻¹ d ⁻¹
	$s_{\Delta w}$	difference between upper and lower weight gain margin ($s_{\Delta w} = 300$ g animal ⁻¹ d ⁻¹)
	Δw	actual weight gain in g animal ⁻¹ d ⁻¹
	Δw_{200}	lower marginal weight gain ($\Delta w_{200} = 200$ g animal ⁻¹ d ⁻¹)

Der typische Gesamtbedarf an ME ist in Abbildung 4.7 wiedergegeben.

The typical overall demand on ME is shown in Figure 4.7.

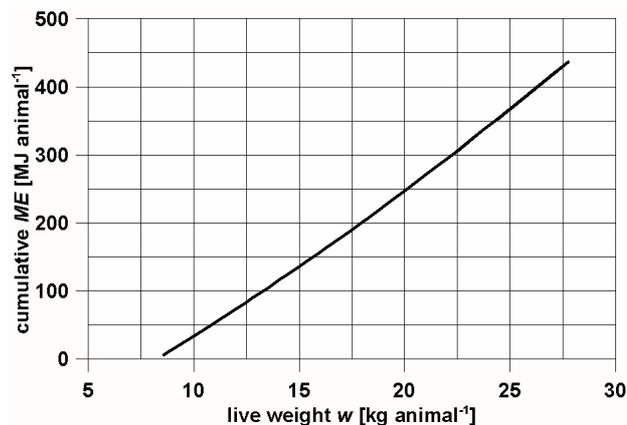


Figure 4.7

Cumulative metabolizable energy ΣME_w for weaners as a function of live weight w above 8.5 kg animal⁻¹

Die entsprechende Gleichung, die die Gesamtenergie ME für ein gegebenes Endgewicht w_{fin} zu berechnen gestattet, ist:

The equation relating the overall cumulative ME for a given final weight w_{fin} is given below:

$$\Sigma ME_w = a + b \cdot w_{fin} + c \cdot w_{fin}^2$$

where	ΣME_w	cumulative metabolizable energy for a given weight above 8.5 kg animal ⁻¹ and a typical weight gain Δw as shown in Figure 4.5
	a	constant ($a = -82.72$ MJ animal ⁻¹)
	b	constant ($b = 16.39$ MJ kg ⁻¹)
	c	constant ($c = 0.168$ MJ animal kg ⁻²)
	w_{fin}	final weight in kg animal ⁻¹

Futterzusammensetzung

Aufzuchtferkel werden in zwei Phasen gefüttert. Die zweite Phase beginnt bei einem Gewicht von 12 kg Tier⁻¹. Die Futterzusammensetzung und die Energiegehalte sind in Tabelle 4.22 aufgeführt.

Diet composition

Weaners are normally fed in two phases. The second phase commences when they weigh 12 kg animal⁻¹. The diet composition and its energy contents are listed in Table 4.22.

Durchgänge

Die Zahl der Durchgänge beträgt etwa 7 a⁻¹. Dies stimmt überein mit etwa 45 Tagen Mast bei einer Gewichtszunahme von 400 bis 450 g Tier⁻¹ d⁻¹ und einer Dauer von etwa 8 d pro Durchgang für das Säubern der Ställe (KTBL, 2004). (siehe

Animal rounds

The number of animal rounds is about 7 a⁻¹, which is consistent with about 45 days of feeding with a daily weight gain of 400 to 450 g animal⁻¹ d⁻¹ and a cleansing period of about 8 d round⁻¹ (KTBL, 2004) (see Table 4.26).

Tabelle 4.26)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für die die Rechnungen bestimmenden tabel-
lierten Gewichte und Gewichtszunahmen sind
keine Unsicherheiten bekannt.

GfE (1987) macht keine Angaben zur Unsi-
cherheit der Energiebedarfsrechnungen.

Die Abweichungen der tatsächlichen Fütterung
von den zur Berechnung verwendeten Standardan-
nahmen sind nicht bekannt.

4.4.3.2.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\We02.xls

4.4.3.2.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.4.3.2.6 *Tabellen zu Kapitel 4.4.3.2*

Emissionen: EM1004.10
Aktivitäten: AC1005.09
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.09
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.14 to
AI1005PSH.26

4.4.3.3 *Mastschweine*

4.4.3.3.1 *Rechenverfahren*

Der kumulative Bedarf an umsetzbarer Energie
für zwei Fütterungsabschnitte während der Mast
von Mastschweinen und die für das verwendete
Futter bestimmte Umsetzbarkeit werden zur Be-
stimmung der Bruttoenergie herangezogen.

$$GE_{fp} = \left(\frac{\sum ME_{fp, A}}{q_{fp, A}} + \frac{\sum ME_{fp, B}}{q_{fp, B}} \right) \cdot n_{rounds}$$

where GE_{fp} gross energy demand of fattening pigs (in MJ animal⁻¹ a⁻¹)
 $\sum ME_{fp, A}$ cumulative metabolizable energy demand for fattening period A (in MJ animal⁻¹)
 $q_{fp, A}$ metabolizability of feed in period A (in MJ MJ⁻¹)
 $\sum ME_{fp, B}$ cumulative metabolizable energy demand for fattening period B (in MJ animal⁻¹)
 $q_{fp, B}$ metabolizability of feed in period B (in MJ MJ⁻¹)
 n_{rounds} number of animal rounds (in a⁻¹)

4.4.3.3.2 *Aktivitätsdaten*

Tierzahlen:

StatLA CIII – vj 4

Tierzahlen können aus den statistisch verfü-
baren Daten wie folgt berechnet werden:

Uncertainty of emission factors

The uncertainties of the weights and weight
gains used to derive emission factors are hitherto
unknown.

GfE (1987) does not mention uncertainties of
their energy balance calculations.

The deviation of feeding practices in reality
from the standard assumptions used in the calcula-
tions is unknown.

4.4.3.2.4 *Calculation file*

GAS_EM\We02.xls

4.4.3.2.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.4.3.2.6 *Tables related to Chapter 4.4.3.2*

Emissions: EM1004.10
Activities: AC1005.09
Implied emission factors: IEF1004.09
Additional information: AI1005PSH.14 to
AI1005PSH.26

4.4.3.3 *Fattening pigs*

4.4.3.3.1 *Calculation procedure*

The cumulative gross energy requirements are
derived from the metabolizable energies for two
feeding phases during the fattening of pigs and the
respective metabolizabilities of the feeds used.

4.4.3.3.2 *Activity data*

Animal numbers:

StatLA CIII – vj 4

The relevant animal numbers can be obtained
from the statistical data available according to

$$n_{fp} = n_N + n_O + n_P + n_Q$$

where n_{fp} number of fattening pigs considered
 n_N etc. animal numbers of type N (etc.) in the German census (see Table 4.18)

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die grundsätzliche Annahme zur Unsicherheit der Tierzahlen von Schweinen trifft auch für Mastschweine zu: Der Fehler der Tierzählung beträgt zwischen 4 und 5 %.

4.4.3.3.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

Relevante Gewichte und Gewichtszunahmen

Die deutsche Schlachtstatistik gibt lediglich die Schlachtkörpergewichte 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 (Tabellen 4.24 bis 4.26).

Schließen von Datenlücken

Die in den Tabellen 4.19 bis 4.21 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 (Abbildung 4.8).

Uncertainty of activity data

The basic assumption regarding the uncertainty of pig numbers applies also to fattening pigs: the uncertainty is between 4 and 5 %.

4.4.3.3.3 Derivation of emission factors

Relevant animal weights and weight gains

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 (Tables 4.24 to 4.26).

Data gap closure

The data concerning pig production collated in Tables 4.19 to 4.21 exhibits a considerable number of gaps, in particular in the New Länder. These data sets cannot be closed using data sets derived from other sources, i.e. from slaughter statistics: it is not appropriate to use a constant conversion factor of 0.77 kg kg^{-1} (see Figure 4.8).

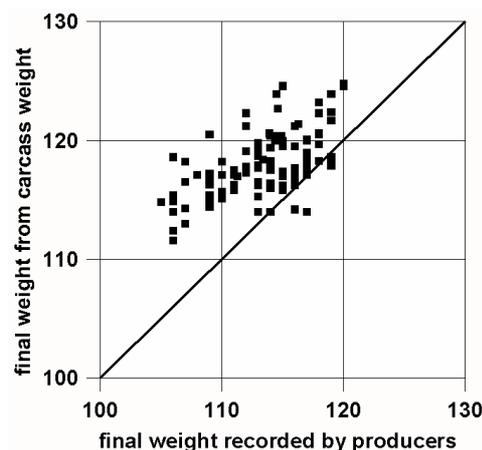


Figure 4.8

Comparison between final live weights for fattening pigs as obtained from the producers (in kg animal^{-1}) and calculated from carcass weights using a constant factor of 0.77 kg kg^{-1} .

Hier wurden die Annahmen der Züchterverbände verwendet, denn sie stellen aufeinander bezogen die Gewichte und die Gewichtszunahmen

In this inventory, the data provided by the producers' associations are used, as the data sets of weights and weight gains are consistent and uni-

in einem einheitlichen Datensatz dar, der ohne Umrechnungen auskommt. Wenn diese Daten fehlten, wurden Länderdaten aus Agrarberichten 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.

fied. 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,

Table 4.24

Fattening pigs, weight at beginning of fattening period (in kg animal⁻¹) (primary statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BW	28	28	28	28	29	29	30	29	30	30	30	30	30	30	
BY	27	28	28	28	29	29	29	29	29	29	29.4	29.6	29.8	29.6	
BB								27	27	27	27	27	27		
HE	26	27	27	27	27	28	28	28	28	29	29	29	30		
MV								28	27	27	27	27	27		
NS	25.5	26	26	27	28	28.5	28.5	28.5	28.5	29	29	29	28.5	30	
NW	24	24	25	26	27	27	27	28	28	28	28	28	28	28	
RP	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31	
SL	25	26	26	27	28	28	28	29	28	29	30	31	33	31	
SN				28	27			28	28	28	27	27	27		
SA															
SH	25	25	26	26	27	28	28	28	28	28	28	28	28	29	
TH							28	27	28	28	28	27	27		
Stadt- staaten															
Germany															

Sources: ZDS, various years; LKV, 2003; ThLMNU 2002

Table 4.25

Fattening pigs, final weight of fattening period (live weight, in kg animal⁻¹) (primary statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BW	106	106	106	109	110	110	112	112	113	114	113	114	116	117	
BY	105	106	106	108	109	111	111	113	114	115	114.4	114.9	116.0	116.3	
BB								115	113	114	113	115	114		
HE	107	106	109	112	111	114	114	113	116	116	116	117	119		
MV								113	113	115	115	116	117		
NS	109.5	110	110.5	112.5	116	116.5	117	117	118	117	116	116.5	117.5	118	
NW	109	111	112	114	115	117	118	119	119	118	118	119	120	120	
RP	106	107	107	107	109	110	111	113	114	115	114	114	117	117	
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	
SA															
SH	106	109	110	112	114	117	117	117	117	117	116	117	117	118	
TH							113	112	119	113	113	116	115		
Stadt- staaten															
Germany															

Sources: ZDS, various years; LKV, 2003; SLL 2004; MLUR-BB (2002), ThMLNU (2002); SMUL (2002)

Table 4.26

Fattening pigs, weight gain during fattening (in g animal⁻¹ d⁻¹) (primary statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BW	627	627	623	634	638	632	641	643	660	670	671	681	684		
BY	653	656	651	649	653	656	658	664	672	685	684	695	699	697	
BB							620	647	647	652	654	671	675		
HE	651	650	641	647	665	657	661	645	665	675	683	695	695		
MV								656	656	677	676	683	689		
NS	647	645	648	656	651	653	671	672	685	693	704	711	702		
NW	638	637	641	650	658	664	671	687	704	716	722	728	716	720	
RP	643	648	643	627	645	646	647	656	665	688	707	707	683		
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	
SA														837	
SH	634	641	647	651	666	675	688	697	708	726	732	738	740		
TH							653	646	657	658	671	675	691		
Stadt- staaten															
Germany		644	644				674	674				703	703		

Sources: ZDS, various years; LKV, 2003; SLL 2004; MLUR-BB (2002), ThMLNU (2002); SMUL (2002)

Für die Neuen Länder und 1990 wurden einheitlich 35 kg Tier⁻¹ für den Anfang der Mast und 115 kg Tier⁻¹ für das Ende der Mast angenommen. Die Gewichtszunahme lag bei 550 g Tier⁻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)

Die fehlenden 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.

Ernährung und Energiebedarf

ME wird anhand der Tabellen in GfE (1987) berechnet (vgl. Tabelle 4.27). Dabei wurde der Nettoenergiebedarf als Funktion von Gewicht und Gewichtszunahme für den in Deutschland relevanten Bereich ermittelt (Gewichte zwischen 25 und 125 kg Tier⁻¹, Gewichtszunahmen zwischen 600 und 800 g Tier⁻¹ d⁻¹).

Mastschweine können protein-reduziert gefüttert werden. Der Anteil der Schweine, die mit diesem sog. RAM-Futter¹⁰ gefüttert werden, wird berücksichtigt.

For the New Länder and 1990, 35 kg animal⁻¹ was assumed as a standardized weight at the beginning of fattening, 115 kg animal⁻¹ for the end. Typical weight gains were about 550 g animal⁻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 then replaced by those of Thüringen, as the agreement between carcass weights is best. The occasional data for Sachsen-Anhalt originate at Iden experimental farm and are not representative of the situation in the whole state.

Nutrition and energy requirements

ME is calculated based on tables provided in GfE (1987) (see Table 4.27). The net energy required per day was calculated as a function of animal weight and weight gain for the scope to be considered in Germany (weights between 25 and 125 kg animal⁻¹ and weight gains between 600 and 800 g animal⁻¹ d⁻¹).

Fattening pigs may receive a feed reduced in protein (RAM feed¹⁰). The fraction of pigs fed with RAM feed is considered.

¹⁰ RAM: Rohprotein angepasste Mast

Table 4.27
Metabolizable energy ME required for various animal weights and weight gains for fattening pigs (GfE 1987)

weight gain Δw in g animal ⁻¹ d ⁻¹	weight w in kg animal ⁻¹								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
400	13.36	16.27							
500	15.35	18.25	20.92	23.41					
600	17.33	20.24	22.91	25.39	27.72	29.92	32.01		
700	19.31	22.22	24.89	27.37	29.71	31.91	33.99	35.97	35.97
800		24.20	26.87	29.36	31.69	33.89	35.97	37.95	37.95
900			28.86	31.34	33.67	35.87	37.96	39.94	39.94
1000					35.66	37.86	39.94		

Die in Tabelle 4.27 angegebenen Werte wurden für Gewichtszunahmen von 600, 700 und 800 g Tier⁻¹ d⁻¹ in stetige Funktionen (Abbildung 4.9) umgewandelt.

For weight gains of 600, 700 and 800 g animal⁻¹ d⁻¹, Table 4.27 was converted into steady functions as shown in Figure 4.9.

$$ME_{\Delta w} = a_{\Delta w} \cdot w^{b_{\Delta w}}$$

where $ME_{\Delta w}$ metabolizable energy for live weight gain Δw
 $a_{\Delta w}$ constant $\Delta w = 600$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($a_{\Delta w} = 2.5742$ MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 700$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($a_{\Delta w} = 3.2877$ MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 $\Delta w = 800$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($a_{\Delta w} = 3.0261$ MJ animal⁻¹ d⁻¹)
 w scalar of animal live weight w (w in kg animal⁻¹)
 $b_{\Delta w}$ constant $\Delta w = 600$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($b_{\Delta w} = 0.5595$)
 $\Delta w = 700$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($b_{\Delta w} = 0.5186$)
 $\Delta w = 800$ g animal⁻¹ d⁻¹ ($b_{\Delta w} = 0.4921$)

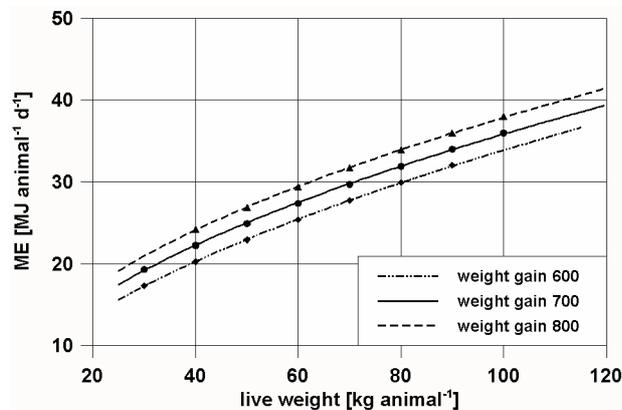


Figure 4.9:
Metabolizable energy requirements of fattening pigs as a function of live weight for weight gains of 600, 700 and 800 g animal⁻¹ d⁻¹.

Aus dem so erhaltenen täglichen Energiebedarf wurde die kumulative Energie $\Sigma ME_{\Delta w}$ für die drei Datensätze berechnet. Ausgangsgewicht war jeweils 25 kg Tier⁻¹. Die resultierenden Tabellen wurden wiederum in stetige Funktionen umgewandelt (Abbildung 4.10).

From the daily energy required the cumulative energy $\Sigma ME_{\Delta w}$ was calculated for the three live weight scenarios, starting with a weight of 25 kg animal⁻¹. The resulting tables were converted into steady functions (Figure 4.10)

$$\Sigma ME_{\Delta w} = c_{\Delta w} \cdot w^3 + d_{\Delta w} \cdot w^2 + e_{\Delta w} \cdot w + f_{\Delta w}$$

where	$c_{\Delta w}$	constant	$\Delta w = 600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($c_{\Delta w} = -0.000440 \text{ MJ kg}^{-3}$)
			$\Delta w = 700 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($c_{\Delta w} = -0.000361 \text{ MJ kg}^{-3}$)
			$\Delta w = 800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($c_{\Delta w} = -0.000298 \text{ MJ kg}^{-3}$)
	$d_{\Delta w}$	constant	$\Delta w = 600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($d_{\Delta w} = 0.281056 \text{ MJ kg}^{-2}$)
			$\Delta w = 700 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($d_{\Delta w} = 0.237877 \text{ MJ kg}^{-2}$)
			$\Delta w = 800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($d_{\Delta w} = 0.206505 \text{ MJ kg}^{-2}$)
	$e_{\Delta w}$	constant	$\Delta w = 600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($e_{\Delta w} = 13.491635 \text{ MJ kg}^{-1}$)
			$\Delta w = 700 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($e_{\Delta w} = 14.609741 \text{ MJ kg}^{-1}$)
			$\Delta w = 800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($e_{\Delta w} = 15.194856 \text{ MJ kg}^{-1}$)
	$f_{\Delta w}$	constant	$\Delta w = 600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($f_{\Delta w} = -416.955381 \text{ MJ}$)
			$\Delta w = 700 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($f_{\Delta w} = -409.206533 \text{ MJ}$)
			$\Delta w = 800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ($f_{\Delta w} = -396.436257 \text{ MJ}$)

$R^2 = 0.99999$ for all equations

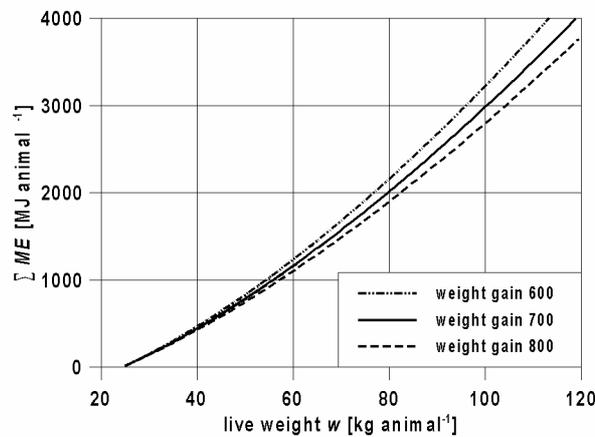


Figure 4.10

Cumulative metabolizable energy required by fattening pigs. Start weight $25 \text{ kg animal}^{-1}$, for weight gains of $600, 700$ and $800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$.

Eine Überprüfung der Kurven ergibt, dass die Beziehung für $700 \text{ g Tier}^{-1} \text{ d}^{-1}$ das Mittel zwischen den für 600 und $800 \text{ g Tier}^{-1} \text{ d}^{-1}$ erhaltenen Kurven ist. Dieser Umstand wird genutzt, um durch Interpolation eine allgemeine Beziehung für jedes gegebene Gewicht und jede Gewichtszunahme zur Berechnung von ΣME_w abzuleiten.

It can be shown that the curve for $700 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ is the mean of the curves for $600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ and $800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$. This fact can be used to derive the energy needs for any given initial and final weights ΣME_w and weight gains to be

$$\Sigma ME_w = \Sigma ME_{w,600} + \frac{\Sigma ME_{w,800} - \Sigma ME_{w,600}}{s_{\Delta w}} \cdot (\Delta w - \Delta w_{600})$$

where	ΣME_w	cumulative metabolizable energy for a given weight above $25 \text{ kg animal}^{-1}$ and a given weight gain Δw between 600 and $800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$
	$\Sigma ME_{w,600}$	cumulative metabolizable energy for a weight gain of $600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$
	$\Sigma ME_{w,800}$	cumulative metabolizable energy for a weight gain of $800 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$
	$s_{\Delta w}$	difference between upper and lower weight gain margin ($s_{\Delta w} = 200 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
	Δw	actual weight gain in $\text{g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$
	Δw_{600}	lower marginal weight gain ($\Delta w_{600} = 600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

In der Praxis sind die Gewichtszunahmen nicht über die Mastperiode gleich. Ein charakteristischer Verlauf ist in Abbildung 4.11 (links) wiedergege-

In practice, live weight gains are not constant over the whole fattening period. A characteristic lapse is shown in Figure 4.11 (left). However, the

ben. Allerdings weichen Berechnungen von ΣME_w unter Verwendung konstanter Gewichtszunahmen vor allem im Bereich der Anfangs- und Schlachtgewichte nicht von den mit variablen Zunahmen erhaltenen Ergebnissen ab (Abbildung 4.11 rechts).

application of a constant rate does not lead to a reduced quality of the assessment of ΣME_w , in particular not for the starting and the final phases (Figure 4.11 right).

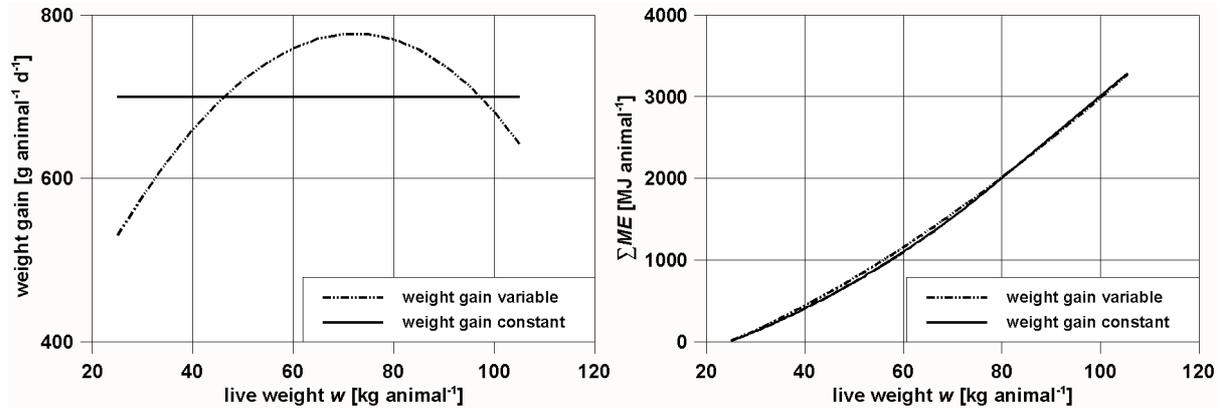


Figure 4.11
Assessment of metabolizable energy using constant mean and variable (true) weight gains. Start weight 25 kg, final weight 105 kg, mean weight gain $700 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Variable weight gain according to Lentföhr (2001)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Aussagen zur Unsicherheit der Emissionsfaktoren bei Aufzuchtferkeln (Kapitel 4.4.2.4) gelten für Mastschweine sinngemäß.

Uncertainty of emission factors

The details to describe the uncertainty of emission factors for weaners (Chapter 4.4.2.4) apply also to fattening pigs.

4.4.3.3.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.3.3.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.3.3.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.3.3

Emissionen: EM1004.11
Aktivitäten: AC1005.10
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.10
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.27 bis AI1005PSH.39

4.4.3.3.6 Tables related to Chapter 4.4.3.3

Emissions: EM1004.11
Activities: AC1005.10
Implied emission factors: IEF1004.10
Additional information: AI1005PSH.27 bis AI1005PSH.39

4.4.3.4 Eber

4.4.3.4 Boars (mature males)

4.4.3.4.1 Rechenverfahren

4.4.3.4.1 Calculation procedure

GfE (1987) empfiehlt, den Bedarf an umsetzbarer Energie für Deckeiber mit $30 \text{ MJ Tier}^{-1} \text{ d}^{-1}$ anzunehmen.

GfE (1987) recommends to assume a requirement of metabolizable energy of $30 \text{ MJ animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ for boars (adult males).

$$GE_{bo} = \frac{ME_{bo}}{q_{bo}} \cdot \alpha$$

where GE_{bo} gross energy demand of boars (in $\text{MJ animal}^{-1} \text{ a}^{-1}$)
 ME_{bo} mean metabolizable energy demand ($ME_{bo} = 30 \text{ MJ animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
 q_{bo} metabolizability of feed (in MJ MJ^{-1})
 α time conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)

4.4.3.4.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA CIII – vj 4

Die angegebenen Daten sind ohne Umrechnung verwendbar:

4.4.3.4.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA CIII – vj 4

The data provided can be used without further calculations:

$$n_{bo} = n_V$$

where n_{bo} number of boars considered
 n_V animal numbers of type V in the German census (see Table 4.18)

Unsicherheit der Aktivitätszahlen:

Die statistischen Daten haben eine Unsicherheit von 4 bis 5 % (Dämmgen, 2005).

Uncertainty of activity data:

According to Dämmgen (2005), an uncertainty of 4 to 5 % is assumed for statistical data.

4.4.3.4.3 Ableitung von Emissionsfaktoren

Energiebedarf

Nach GfE (1987, S. 68) wird ein *ME*-Bedarf von 30 MJ d⁻¹ angenommen. Der *ME*-Gehalt ist 11.4 MJ kg⁻¹, der N-Gehalt des Futters 0.0388 kg kg⁻¹ N (LfL, o.J.).

4.4.3.4.3 Derivation of emission factors

Energy requirements

A constant daily overall energy requirement of 30 MJ d⁻¹ *ME* is assumed (GfE, 1987, p 68). The *ME* content is 11.4 MJ kg⁻¹; nitrogen content of the feed is 0.0288 kg kg⁻¹ N (LfL, undated).

Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit des Futters

Für die Ableitung von x_{DE} und x_{ME} im Eberfutter wurden die in Tabelle 4.22 angegebenen typischen Daten genutzt, die über Zusammensetzung und Energiegehalte informieren.

Digestibility and metabolizability of feeds

Typical diets used in boar feeding were used to derive x_{DE} and x_{ME} . Table 4.22 illustrates typical feed compositions as well as the respective energies.

4.4.3.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.3.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.3.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.3.4

Emissionen: EM1004.12
 Aktivitäten: AC1005.11
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.11
 Zusätzliche Informationen: —

4.4.3.4.6 Tables related to Chapter 4.4.3.4

Emissions: EM1004.12
 Activities: AC1005.11
 Implied emission factors: IEF1004.11
 Additional information: —

4.4.3.5 Schweine insgesamt

Für die Berichte werden alle Schweinekategorien zusammengefasst. Die aggregierten Daten sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

Emissionen: EM1004.13
 Aktivitäten: AC1005.12
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.12
 Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.40 bis AI1005PSH.47

4.4.3.5 All pigs

Emissions have to be reported for pigs as a single category. The aggregated data sets are to be found in the tables listed below:

Emissions: EM1004.13
 Activities: AC1005.12
 Implied emission factors: IEF1004.12
 Additional information: AI1005PSH.40 to AI1005PSH.47

4.4.3.6 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Zum Vergleich der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) solcher Staaten, deren landwirtschaftliche Praxis mit der deutschen vergleichbar ist, werden die deutschen Werte dieses Inventars den letzten veröffentlichten Daten gegenübergestellt (Tabelle 4.28).

Der deutsche Wert liegt zwischen denen der Nachbarstaaten und unterschreitet den default-Wert für entwickelte Staaten geringfügig (IPCC(1996)-3-4.10).

4.4.3.6 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

In Table 4.28 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.

German data are between those of her neighbours and slightly below the default values given for developed countries in IPCC(1996)-3-4.10.

Table 4.28

Intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation of pigs (submission 2004)

	IEF_{CH_4} in $kg\ animal^{-1}\ a^{-1}\ CH_4$
Austria	1.5
Belgium	
Czech Republic	3.4
Denmark	1.1
Germany	1.3
France	1.5
Netherlands	1.5
Switzerland	
United Kingdom	

Sources: UNFCCC 2005, Table 4.A

4.4.4 Schafe

4.4.4 Sheep

4.4.4.1 Rechenverfahren

4.4.4.1 Calculation procedure

Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Schafen stellen keine Hauptquellgruppe dar. Angewendet wird daher das einfachere (Stufe-1-) Verfahren:

Methane emissions from sheep due to enteric fermentation are not a key source. The simpler methodology (Tier 1 procedure) is applied:

$$E_{CH_4, fert, sh} = n_{sh} \cdot EF_{CH_4, fert, sh} \cdot \beta$$

where $E_{CH_4, fert, sh}$ methane emission from sheep, enteric fermentation (in $Gg\ a^{-1}\ CH_4$)
 n_{sh} number of sheep
 $EF_{CH_4, fert, sh}$ emission factor for methane emissions from sheep, enteric fermentation (in $kg\ animal^{-1}\ a^{-1}\ CH_4$)
 β mass conversion factor ($\beta = 10^{-6}\ Gg\ kg^{-1}$)

4.4.4.2 Aktivitätsdaten

4.4.4.2 Activity data

Tierzahlen:
StatLA C III 1 – vj 4

Animal numbers:
StatLA C III 1 –vj 4

Die für die Berechnung der Emissionen aus der Verdauung benötigte Zeitreihe der Gesamtzahl der Schafe weist aufgrund der Änderung des Agrarstatistikgesetzes zwischen 1998 und 1999 einen Sprung auf (vgl. Dämmgen, 2005). Die Gesamt-

The calculation of emissions from enteric fermentation presupposes an adequate time series of animal numbers. Due to an update of the respective census law, the numbers of animals reported has a discontinuity between 1998 and 1999 (see

zahl der Schafe wird für den Zeitraum vor 1998 korrigiert.

Die den Statistiken entnommenen Tierzahlen sind mit den in Tabelle 4.29 angegebenen Faktoren $c_{\text{corr, sh}}$ korrigiert.

Dämmgen, 2005). Therefore, the total number of sheep has to be corrected before 1998.

The official animal numbers have to be corrected using the factors $c_{\text{corr, sh}}$ provided in Table 4.29.

$$n_{\text{sh}} = n_{\text{ewes}} \cdot c_{\text{corr, sh}}$$

where n_{sh} number of sheep considered
 n_{ewes} number of ewes reported in the German census
 $c_{\text{corr, sh}}$ correction factor for sheep (see Table 4.29)

Table 4.29
Correction factors ($n_{\text{sheep}}/n_{\text{ewes}}$) for numbers of sheep to be applied before 1998

	c_{corr}
Baden-Württemberg	1.51
Bayern	1.62
Brandenburg	1.46
Hessen	1.58
Mecklenburg-Vorpommern	1.58
Niedersachsen	1.75
Nordrhein-Westfalen	1.75
Rheinland-Pfalz	1.54
Saarland	1.58
Sachsen	1.55
Sachsen-Anhalt	1.48
Schleswig-Holstein	2.13
Thüringen	1.37

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. Ein Fehler < 10 % wird für wahrscheinlich gehalten.

4.4.4.3 Emissionsfaktoren

Das einfachere Verfahren bei EMEP / CORINAIR (2000) entspricht dem von IPCC (1996). Die für entwickelte Länder angegebenen Hintergrundinformationen über typische Gewichte und Gewichtszunahmen treffen im Mittel für Deutschland zu.

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-3-4.10;
Default-Emissionsfaktor $EF_{\text{CH}_4, \text{fert, sh}} = 8 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

laut IPCC(1996)-3-4.10: $\pm 20 \%$

4.4.4.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Sh06.xls

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.

4.4.4.3 Emission factors

The EMEP/CORINAIR (2000) simpler methodology is taken over from IPCC (1996). The background data for developed countries apply in principle to German conditions.

Simpler methodology

IPCC(1996)-3-4.10
Default emission factor $EF_{\text{CH}_4, \text{fert, sh}} = 8 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(1996)-3-4.10: $\pm 20 \%$

4.4.4.4 Calculation file

GAS_EM\Sh06.xls

4.4.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.4

Emissionen: EM1004.14
Aktivitäten: AC1005.14
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF100.13
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.48 bis
AI1005PSH.60

4.4.4.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Die resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für Deutschland sind die default-Faktoren, wie sie auch in den meisten benachbarten Staaten verwendet werden (Tabelle 4.30).

4.4.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.4.6 Tables related to Chapter 4.4.4

Emissions: EM1004.14
Activities: AC1005.14
Implied emission factors: IEF1004.13
Additional information: AI1005PSH.48 to
AI1005PSH.60

4.4.4.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

As most neighbouring countries, Germany makes use of the default emission factors, which is then reflected in the IEF in Table. 4.30.

Table 4.30
Intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation of sheep (submission 2004)

	IEF_{CH_4} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	8.0
Belgium	
Czech Republic	5.0
Denmark	17.2
Germany	8.0
France	8.0
Netherlands	8.0
Switzerland	
United Kingdom	4.8

Source: UNFCCC 2005, Table 4.A

4.4.5 Ziegen

4.4.5.1 Rechenverfahren

Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Ziegen sind keine Hauptquellgruppe. Angewendet wird daher das einfachere (Stufe-1-)Verfahren:

4.4.5 Goats

4.4.5.1 Calculation procedure

Methane emissions from goats due to enteric fermentation are not a key source. The simpler methodology (Tier 1 procedure) is applied:

$$E_{CH_4, \text{ fert, go}} = n_{\text{go}} \cdot EF_{CH_4, \text{ fert, go}} \cdot \beta$$

where $E_{CH_4, \text{ fert, go}}$ methane emission from goats, enteric fermentation (in Gg a⁻¹ CH₄)
 n_{go} number of goats
 $EF_{CH_4, \text{ fert, go}}$ emission factor for methane emissions from goats, enteric fermentation (in kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 β mass conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg⁻¹)

4.4.5.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen für Ziegen werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst.

Stattdessen wird die offizielle Schätzung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft verwendet.

4.4.5.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-3-4.10

Default-Emissionsfaktor: $EF_{\text{CH}_4, \text{ fert, go}} = 5 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

laut IPCC(1996)-3-4.10: $\pm 20 \%$

4.4.5.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Go01.xls

4.4.5.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Deutschland, 1 Jahr

4.4.5.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.5

Emissionen: EM1004.15

Aktivitäten: AC1005.17

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.14

Zusätzliche Informationen: —

4.4.5.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Die resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für Deutschland sind die default-Faktoren, wie sie auch in den meisten benachbarten Staaten verwendet werden (Tabelle 4.31).

4.4.5.2 Activity data

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.

4.4.5.3 Emission factors

Simpler methodology

IPCC(1996)-3-4.10

Default emission factor: $EF_{\text{CH}_4, \text{ fert, go}} = 5 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(1996)-3-4.10: $\pm 20 \%$

4.4.5.4 Calculation file

GAS_EM\Go01.xls

4.4.5.5 Resolution in space and time

Whole republic, 1 year

4.4.5.6 Tables related to Chapter 4.4.5

Emissions: EM1004.15

Activities: AC1005.15

Implied emission factors: IEF1004.14

Additional information: —

4.4.5.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

As most neighbouring countries, Germany makes use of the default emission factors, which is then reflected in the IEF in Table 4.31.

Table 4.31

Intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation of goats (submission 2004)

	IEF_{CH_4} in $\text{kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$
Austria	5.0
Belgium	
Czech Republic	4.1
Denmark	13.2
Germany	5.0
France	5.0
Netherlands	8.0
Switzerland	
United Kingdom	5.0

Source: UNFCCC 2005, Table 4.A

4.4.6 Pferde

4.4.6 Horses

4.4.6.1 Rechenverfahren

4.4.6.1 Calculation procedure

Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Pferden sind keine Hauptquellgruppe. Angewendet wird daher das einfachere (Stufe-1-)Verfahren:

Methane emissions from horses due to enteric fermentation are not a key source. The simpler methodology (Tier 1 procedure) is applied:

$$E_{\text{CH}_4, \text{ fert, ho}} = n_{\text{ho}} \cdot EF_{\text{CH}_4, \text{ fert, ho}} \cdot \beta$$

where $E_{\text{CH}_4, \text{ fert, ho}}$ methane emission from horses, enteric fermentation (in Gg a⁻¹ CH₄)
 n_{ho} number of horses
 $EF_{\text{CH}_4, \text{ fert, ho}}$ emission factor for methane emissions from horses, enteric fermentation (in kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 β mass conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg⁻¹)

4.4.6.2 Aktivitätsdaten

4.4.6.2 Activity data

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

Unterschieden werden Pferde (insgesamt) und Kleinpferde/Ponys.

This inventory differentiates between heavy horses and light horses (ponies).

Erfasst werden lediglich diejenigen Pferde, die in den landwirtschaftlichen Statistiken ausgewiesen werden. Zu den prinzipiellen Fehlern bei den Tierzahlen für landwirtschaftliche Pferde und deren Korrektur siehe Dämmgen (2005):

Only those horses which are reported in the agricultural census are considered. For a major bias concerning these horse numbers in German statistics and their correction see Dämmgen (2005):

Die Pferdezahlen nach 1998 werden korrigiert. Die verwendeten Faktoren, mit denen die Tierzahlen multipliziert werden, gehen aus Tabelle 4.32 hervor

Horse numbers after 1998 are corrected. The respective correction factors with which animal numbers have to be multiplied are listed in Table 4.32.

$$n_{\text{ho}}^* = n_{\text{ho}} \cdot c_{\text{corr, ho}}$$

where n_{ho}^* number of horses considered
 n_{ho} number of horses reported in the German census
 $c_{\text{corr, ho}}$ correction factor for horses (see Table 4.32)

The same procedure applies to ponies.

Table 4.32
 Correction factors for numbers of ponies and heavy horses to be applied from 1999 onwards

	ponies	heavy horses
	$c_{\text{corr, po}}$	$c_{\text{corr, ho}}$
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

Esel und Maultiere werden in den offiziellen Statistiken nicht erfasst. Die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tiere beläuft sich derzeit auf etwa 6000 bis 8000 Esel und 500 Maultiere und Maulesel (Deutsches Eselstammbuch, 2003, fernmündl. Mitteilung).

4.4.6.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-3-4.10

Der Default-Wert für die Emission aus der Verdauung beträgt 18 kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄ für Pferde mit einer Energieaufnahme von 110 MJ Tier⁻¹ d⁻¹. Dies entspricht der Energieaufnahme erwachsener Großpferde in Deutschland mit einem Gewicht zwischen 500 und 600 kg Tier⁻¹ bei leichter Arbeit (Blum, 2002).

Für Kleinpferde und Ponys mit einem mittleren Gewicht von etwa 300 kg Tier⁻¹ wird in Analogie zur N-Ausscheidung eine um ein Drittel geringere Energieaufnahme und entsprechend ein Emissionsfaktor von 12 kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄ verwendet.

Das einfachere Verfahren bei EMEP/CORINAIR (2000) entspricht dem von IPCC (1996). Die Anwendung eines detaillierten Verfahrens nach IPCC (1996) lässt die Datensituation in Deutschland derzeit nicht zu.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Laut IPCC(1996)4-10: ± 20 %

4.4.6.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Ho03.xls

4.4.6.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.6.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.6

Emissionen: EM1004.16 bis EM1004.18
Aktivitäten: AC1005.18 to AC1005.20
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.14 bis IEF1004.16
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.61 bis AI1005PSH.70

4.4.5.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Der Vergleich der resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen der benachbarten Länder (Tabelle 4.33) ergibt, dass für Deutschland die

Mules and asses are not covered by official statistics. At present, the numbers of animals kept in Germany amount to about 6000 to 8000 asses and 500 mules (Deutsches Eselstammbuch, 2003, private communication).

4.4.6.3 Emission factors

Simpler methodology

IPCC(1996)-3-4.10

The default emission factor for enteric fermentation of horses is 18 kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄, and is given for a typical energy intake of 110 MJ animal⁻¹ d⁻¹. This corresponds with adult heavy horses weighing between 500 and 600 kg animal⁻¹ and light work (Blum, 2002).

For light horses and ponies with a typical weight of 300 kg animal⁻¹, a reduced energy intake (two thirds of heavy horses) is assumed and a reduced emission factor of 12 kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄ is used in analogy to the treatment of N excretions.

The EMEP/CORINAIR (2000) simpler methodology is taken over from IPCC (1996). The detailed methodology according to IPCC (1996) cannot be applied due to lack of data.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(1996)4-10: ± 20 %

4.4.6.4 Calculation file

GAS_EM\Ho03.xls

4.4.6.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.4.6.6 Tables related to Chapter 4.4.6

Emissions: EM1004.16 to EM1004.18
Activities: AC1005.18 to AC1005.20
Implied emission factors: IEF1004.14 to IEF1004.16
Additional information: AI1005PSH.61 to AI1005PSH.70

4.4.5.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

The comparison of the implied emission factors with those of neighbouring countries (Table 4.33) reveals that German data fall below all other

geringsten Werte ermittelt wurden. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass in Deutschland eine erhebliche Menge an Pferden mit deutlich geringem Körpergewicht (Kleinpferde und Ponys) berücksichtigt wurde. Die Beschreibung der den default-Werten zu Grunde liegenden Leistungsdaten treffen aber nur auf Großpferde zu.

Die in Deutschland notwendige Differenzierung zur Erstellung einer stetigen Zeitreihe für die Aktivitäten hat keinen merklichen Einfluss auf die deutschen Gesamtemissionen.

data. This results from the fact that a considerable number of German horses is rated as light horses or ponies. The data underlying the respective default value definitely applies to heavy horses.

In Germany, it was necessary to differentiate horse numbers and identify heavy and light horses in order to get steady time series for activity data. The resulting overall emissions for horses do not affect German overall emissions.

Table 4.33
Intercomparison of implied emission factors regarding enteric fermentation of horses (submission 2004)

	IEF_{CH_4} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	18
Belgium	
Czech Republic	47
Denmark	24
Germany	16.4
France	18
Netherlands	18
Switzerland	
United Kingdom	18

Source: UNFCCC 2005, Table 4.A

4.4.7 Geflügel

Für Methan-Emissionen aus der Verdauung bei der Geflügelhaltung wird bei IPCC(1996)-3-4.10 kein Verfahren angegeben.

4.4.8 Pelztiere

Für Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Pelztieren wird bei IPCC(1996)-3-4.10 kein Verfahren angegeben.

4.4.9 Büffel

4.4.9.1 Rechenverfahren

Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Büffeln sind keine Hauptquellgruppe. Angewendet wird daher das einfachere (Stufe-1-) Verfahren:

$$E_{CH_4, \text{ fert, bu}} = n_{\text{bu}} \cdot EF_{CH_4, \text{ fert, bu}} \cdot \beta$$

where $E_{CH_4, \text{ fert, bu}}$ methane emission from buffalo, enteric fermentation (in Gg a⁻¹ CH₄)
 n_{bu} number of buffalo
 $EF_{CH_4, \text{ fert, bu}}$ emission factor for methane emissions from buffalo, enteric fermentation (in kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄)
 β mass conversion factor ($\beta = 10^{-6}$ Gg kg⁻¹)

4.4.7 Poultry

For methane emissions from poultry resulting from enteric fermentation, IPCC(1996)-3-4.10 does not provide a methodology.

4.4.8 Fur animals

For methane emissions from fur animals originating from enteric fermentation, IPCC(1996)-3-4.10 does not provide a methodology.

4.4.9 Buffalo

4.4.9.1 Calculation procedure

Methane emissions from buffalo due to enteric fermentation are not a key source. The simpler methodology (Tier 1 procedure) is applied:

4.4.9.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

Privatmitteilung Deutscher Büffel-Verband

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Angaben für die Tierzahlen sind exakt.

4.4.9.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-3-4.10

Default-Wert für die Emission aus der Verdauung:

$EF_{\text{CH}_4, \text{fert, bu}} = 55 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Unsicherheit des Emissionsfaktors

laut IPCC(1996)-3-10: $\pm 20 \%$

4.4.9.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Bu02.xls

4.4.9.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.4.9.6 Tabellen zu Kapitel 4.4.6

Emissionen: EM1004.19

Aktivitäten: AC1005.29

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.18

Zusätzliche Informationen: —

4.4.10 Geplante Änderungen und Ergänzungen

- Die zur Beschreibung der Emissionen benötigten Daten insbesondere zur Leistung und Fütterung der Tiere sind im Hinblick auf ihre Verfügbarkeit und Qualität unbefriedigend. Sie soll durch Befragungen verbessert werden. Eine Erweiterung der Agrarstatistik wird angestrebt.
- Die Quantifizierung und Typisierung der Unsicherheiten soll verbessert werden.

4.4.9.2 Activity data

Animal numbers:

German Buffalo Society, private communication

Uncertainty of activity data

The animal numbers are exact numbers.

4.4.9.3 Emission factors

Simpler methodology

IPCC(1996)-3-4.10

Default value for enteric fermentation:

$EF_{\text{CH}_4, \text{fert, bu}} = 55 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$.

Uncertainty of emission factor

According to IPCC(1996)-3-10: $\pm 20 \%$

4.4.9.4 Calculation file

GAS_EM\Bu02.xls

4.4.9.5 Resolution in space and time

Federal states, 1 year

4.4.9.6 Tables related to Chapter 4.4.6

Emissions: EM1004.19

Activities: AC1005.29

Implied emission factors: IEF1004.18

Additional information: —

4.2.10 Future Modifications and Supplementing

- The data needed to calculate emissions, in particular concerning animal performance and nutrition are unsatisfactory with respect to their availability and quality. The situation is to be improved by inquiries. An expansion of the agricultural statistics is strived for.
- The assessment and the classification of uncertainties need to be improved.

4.5 Emissionen aus der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern
I. Emissionen organischer Verbindungen
(SNAP 10 05 00, NFR 4B, CRF 4B)

Die Emissionen kohlenstoffhaltiger Spezies aus dem Wirtschaftsdünger-Management mit Ausnahme von Kohlenstoffdioxid sind in SNAP 10 05 00 zusammengefasst, d.h. CH₄ und flüchtige organische Verbindungen außer Methan (non-methane volatile organic compounds NMVOC).

Der Berechnung von Methan-Emissionen liegt das Stoffflussschema in Abbildung 4.12 zugrunde.

Die Durchführung des Verfahrens setzt die Kenntnis der ausgeschiedenen Mengen an „volatile solids“ (VS) voraus. Für dieses Inventar wurde bei Rindern und Schweinen die für die Ableitung von VS erforderlichen Größen bei der Bestimmung der Methan-Emissionen aus der Verdauung berechnet. In allen anderen Fällen werden vorläufig die jeweiligen default-Werte aus IPCC(1996)-3-4.39 ff benutzt.

4.5 Emissions from housing, manure storage and spreading in animal agriculture.

I. Emissions of Organic Compounds
(SNAP 10 05 00, NFR 4B, CRF 4B)

The emissions of carbon containing species (excluding carbon dioxide) from manure management systems are compiled in SNAP 10 05 00, i.e. CH₄ and non-methane volatile organic compounds (NMVOC).

In principle, the assessment of methane emissions follows the mass flow approach illustrated in Figure 4.12.

A comprehensive treatment presupposes the knowledge of the amount of “volatile solids” (VS) excreted. For this inventory, the relevant entities needed to derive VS are provided in the calculations to assess methane emissions from enteric fermentation for cattle and pigs. In any other case, the default data provided in IPCC(1996)-3-4.39 are used.

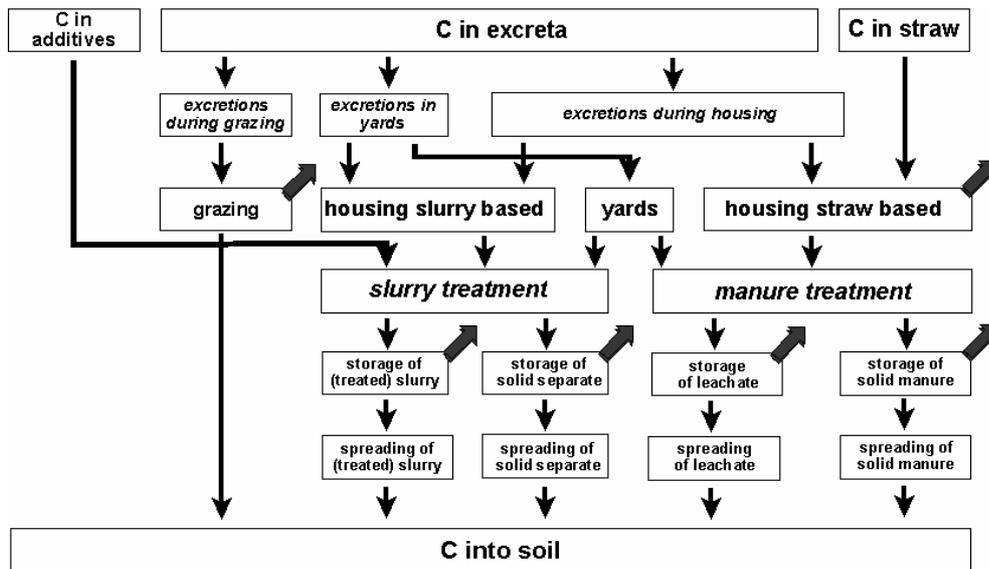


Figure 4:11: Carbon pools and pathways considered in the calculation files. Vertical black arrows indicate the fluxes between pools, slant open arrows the respective emissions.

Methan aus Exkrementen

Das allgemeine Rechenverfahren für CH₄-Emissionen aus tierischen Exkrementen bedient sich folgender Zusammenhänge:

Methane emissions from animal excreta

In principle, the calculation procedure to assess CH₄ emissions from animal excreta is based on the following equations:

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

where	$EF_{CH_4,i}$	emission factor for methane from manure management for animal type i (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	α	time conversion ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
	VS_i	volatile solids (readily digestible carbon) for animal type i (in kg d ⁻¹ DM)
	$B_{o,i}$	methane producing potential of the manure related to mass of VS (in m ³ kg ⁻¹)
	ρ_{CH_4}	density of methane ($\rho_{CH_4} = 0.67 \text{ kg m}^{-3}$)
	$MCF_{i,j,k}$	methane conversion factors for manure management system j and climate region k (in kg kg ⁻¹)
	$MS_{i,j}$	fraction of animal category i whose manure is handled in a system j

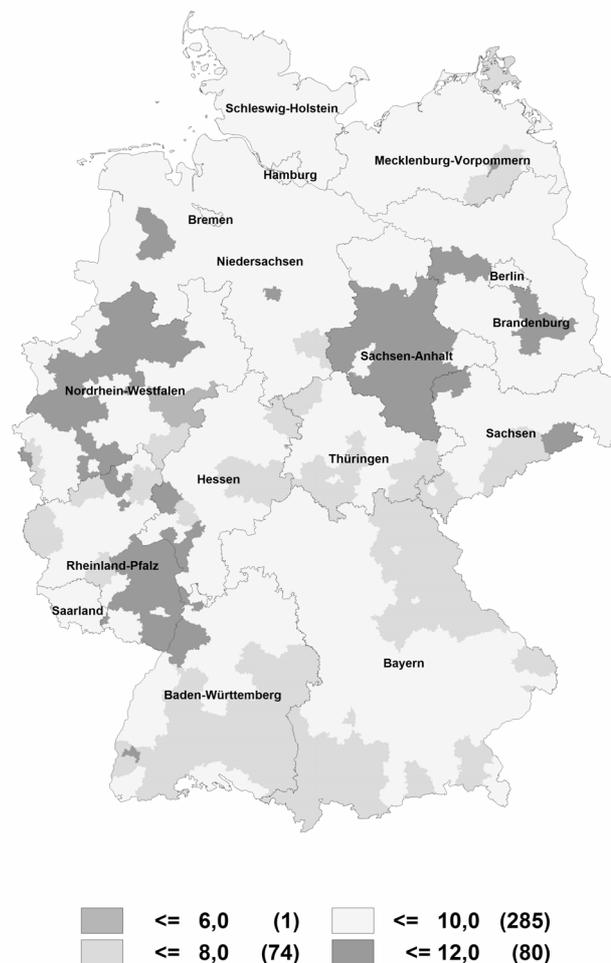
with

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

where	c_E	energy content of dry matter ($c_E = 18.45 \text{ MJ kg}^{-1}$)
	x_{ash}	ash content of the manure (in kg kg ⁻¹)

Die Methan-Umwandlungsfaktoren MCF sind temperaturabhängig. Karte 4.2 veranschaulicht, dass Deutschland insgesamt zu den kalten Gebieten zählt: Die Jahresmitteltemperaturen liegen im Gesamtgebiet unter 15 °C.

Methane conversion factors MCF are temperature dependent. Map 4.2 illustrates that Germany has to be considered a cold region: annual meant temperatures in general fall below 15 °C.



Map 4.2

Mean annual air temperatures in Germany in °C. Numbers in brackets denote the number of districts in the respective bin. (For details see Lüttich and Dämmgen, 2005.)

Methan aus Stroh

Methan-Emissionen entstehen ebenfalls bei der Vergärung von Stroh, das als Einstreu in den Festmist gelangt. Das Rechenverfahren folgt der oben angegebenen Beziehung für Ausscheidungen sinngemäß.

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)

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

$$EF_{\text{CH}_4, \text{straw}, i} = m_{\text{straw}, i} \cdot x_{\text{DM}} \cdot \alpha \cdot B_{o, \text{straw}, i} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot \sum_{jk} MCF_{i, j, k} \cdot MS_{i, j}$$

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

NMVOC

Die NMVOC-Emissionen werden aus den Ammoniak-Emissionen abgeleitet:

$$E_{\text{NMVOC}, i} = \sum E_{\text{NH}_3, i} \cdot EF_{\text{NMVOC}, i, j}$$

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

Berechnet werden sowohl die Emissionen von NMVOC-C als auch die von NMVOC-S.

4.5.1 Milchkühe (SNAP 10 05 01, NFR 4B1a)

„Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

4.5.1.1 Rechenverfahren

Die CH_4 -Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management von Milchkühen waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus. Sie werden daher nach dem detaillierten (Stufe-2-) Verfahren berechnet.

EMEP (2005) stuft die NMVOC-C-Emissionen aus der Milchkuh-Haltung als Hauptquellgruppe ein. Ein dieser Bedeutung angemessenes Rechenverfahren fehlt jedoch.

Methane from straw

Methane emissions also originate from the fermentation of straw used as bedding and incorporated into solid manures. In principle, the procedure to calculate these emissions follows the approach described above.

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).

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

NMVOC

NMVOC emissions are related to ammonia emissions and calculated according to:

This inventory calculates emissions of NMVOC-C as well as NMVOC-S:

4.5.1 Dairy Cows (SNAP 10 05 01, NFR 4B1a)

“Dairy cows” comprise lactating cows and cows in calf.

4.5.1.1 Calculation procedure

According to NIR 2005, CH_4 emissions from the manure management of dairy cows were a key source with respect to their level. Hence, they are calculated using the detailed (Tier 2) approach.

EMEP (2005) regards NMVOC-C emissions from dairy cow management as a key source. However, an adequate calculation procedure is not yet available.

4.5.1.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

siehe Kapitel 4.4.1.2

4.5.1.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile solids“ (*VS*) lassen sich aus der Bruttoenergie berechnen, die bei der Berechnung der Emissionen aus der Verdauung ermittelt wurde. Dabei ist die Verdaulichkeit variabel. *VS* und Verdaulichkeit sind im Wesentlichen eine Funktion der Milchleistung.

Der Aschegehalt wird mit IPCC(1996)-4.23 zu $0,08 \text{ kg kg}^{-1}$ angenommen.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) werden IPCC(1996)-3-4.39 bzw. 4.43 (Westeuropa, kalt) entnommen (Tabelle 4.34).

Der Umwandlungsfaktor für die Lagerung flüssiger Wirtschaftsdünger wird dabei nach IPCC (1996) verwendet, da die den Werten von IPCC (2000) zugrunde liegende Datenbasis die Verwendung des erhöhten Wertes nicht rechtfertigt (Dustan, 2002).

Die Lagerungsformen „lagoon“, „dry lot“, „burned for fuel“ und „other“ existieren in Deutschland nicht. Der Anteil der vergorenen Gülle (Biogas-Gülle) ist im Jahr 2005 noch unbekannt.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS (siehe Kapitel 4.4.1.2) berechnet.

Table 4.34

Maximum methane producing capacity B_0 and methane conversion factors *MCF* as used for cattle in the German inventory (IPCC 1996)

B_0	0.24	$\text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{CH}_4$
<i>MCF</i> liquid/slurry	0.10	$\text{kg kg}^{-1} \text{C}$
<i>MCF</i> solid storage	0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{C}$
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	$\text{kg kg}^{-1} \text{C}$

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH_4 aus Stroh bei Haltungsverfahren mit Einstreu. Die in der Milchvieh-Haltung verwendeten Mengen und wichtige Eigenschaften von Stroh sind in Tabelle 4.35 zusammengestellt.

4.5.1.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

see Chapter 4.4.1.2

4.5.1.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The amounts of “volatile solids” (*VS*) excreted are obtained from the gross energy as calculated in the course of the treatment of enteric fermentation. Here, digestibility varies. Essentially, *VS* and digestibility are functions of milk yield.

Ash contents are assumed to be 0.08 kg kg^{-1} . IPCC(1996)-4.23.

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (*MCF*) are taken from IPCC(1996)-3-4.39 (western Europe, cold). They are listed in Table 4.34.

The methane conversion factor for the storage of liquid manures is used according to IPCC(1996), as the data base underlying the factors listed in IPCC (2000) does not justify the application of the larger emission factor in northern Europe (Dustan, 2002).

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 (2005).

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.4.1.2).

The German inventory considers potential emissions from straw in systems with bedding. The amounts used in dairy cow houses and the properties of straw are compiled in Table 4.36.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung des Stufe-2-Verfahrens auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier 2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Table 4.35
Amounts of straw used in German dairy cattle houses

Animal house type			
tied systems		5.0	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	cubicles	8.0	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	deep litter	8.5	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	„Tretmist“	8.5	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
Straw properties	dry matter content of straw	0.86	kg kg ⁻¹
	N in dry matter	0.0050	kg kg ⁻¹ N
	of which TAN	50	%

Source: KTBL, expert judgement

NMVOG

Erste Schätzung:

Aus dem bei Hobbs et al. (2004) beschriebenen Verfahren wurden die für das Vereinigte Königreich ermittelten relativen Emissionsfaktoren (NMVOC-Emissionen relativ zu NH₃-Emissionen) berechnet und versuchsweise auf Deutschland angewendet (Tabelle 4.36). Zwischen Milchkühen und anderen Rindern wird nicht unterschieden. Die NMVOC-Emissionen werden auf die Gesamtmenge an emittiertem NH₃ bezogen.

NMVOG

First estimate:

The procedure to derive a NMVOC inventory using emission factors relative to the respective NH₃ emissions was described for the UK by Hobbs et al. (2004). The implied emission factors used in this inventory were applied to Germany (Table 4.36). The inventory does not differentiate between dairy cows and other cattle. NMVOC emissions are related to the total amount of NH₃ emitted from animal husbandry.

Table 4.36
Emission factors EF_{NMVOC} relating NMVOC emissions to NH₃ emissions for cattle

Species	EF_{NMVOC} n kg kg ⁻¹
dimethyl sulfide	0.075
dimethyl disulfide	0.000
dimethyl trisulfide	0.000
acetone	0.025
acetic acid	0.297
propanoic acid	0.008
2-methyl propanoic acid	0.004
butanoic acid	0.003
2-methyl butanoic acid	0.012
3-methyl butanoic acid	0.007
pentanoic acid	0.000
phenol	0.001
4-methyl phenol	0.149
3-ethyl phenol	0.001
indole	0.000
3-methyl indol	0.000

Source: Hobbs et al. (2004)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die von Hobbs et al. (2004) angegebene Methode ist mechanistisch sinnvoll. Vergleichsmessungen fehlen jedoch noch. Das Verfahren wird als erste Schätzung betrachtet. Die Größenordnung der Emissionsfaktoren sollte richtig sein. Die Unsicherheiten der NH₃-Emissionsfaktoren, auf denen das Verfahren beruht, werden in der Regel mit 30 % angegeben (siehe Kapitel 4.9.1.3).

Es erscheint angemessen, eine Gesamtunsicherheit von 50 % anzunehmen.

4.5.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Dc11.xls

4.5.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.1

Emissionen: EM1005.01, EM1005.30,
EM1005.56, EM1005.82
Aktivitäten: AC1005.01
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.01,
IEF1005.26; IEF1005.47, IEF1005.68
Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.01 to
AI1005CAT.14

4.5.1.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Die Emissionen deutscher Milchkühe fügen sich gut zu denen von Österreich und Dänemark (Tabelle 4.37). Der Vergleich wird dadurch erschwert, dass die Randbedingungen nicht bekannt sind und dass die Methan-Konversionsfaktoren (*MCF*) für Güllesysteme in IPCC(1996) und IPCC(2000) erheblich voneinander abweichen.

In Deutschland werden bei strohgebundenen Verfahren die aus der Einstreu resultierenden zusätzlichen Emissionen erfasst.

Uncertainty of emission factors

The method described in Hobbs et al. (2004) is plausible from a mechanistic point of view. Comparisons with other measurements do not exist. Therefore, the methodology is rated a first estimate. However, the order of magnitude of the emission factor is likely to be correct. The method is based on the knowledge of NH₃ emission factors whose uncertainty is normally considered to be 30 % (see Chapter 4.9.1.3).

It seems adequate to assume an overall uncertainty of 50 %.

4.5.1.4 Calculation file

GAS_EM\Dc11.xls

4.5.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.1.6 Tables related to Chapter 4.5.1

Emissions: EM1005.01, EM1005.30, EM1005.56,
EM1005.82
Activities: AC1005.01
Implied emission factors: IEF1005.01,
IEF1005.26, IEF1005.47, IEF1005.68
Additional information: AI1005CAT.01 to
AI1005CAT.14

4.5.1.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

Emissions from German dairy cows fit well with those from Austria and Denmark (Table 4.37). The intercomparison is difficult due to lack of knowledge of marginal data and the fact that IPCC(1996) and IPCC(2000) *MCF* for slurry deviate considerably.

In Germany, emissions from straw based systems include emissions originating from the bedding material.

Table 4.37

Intercomparison of implied emission factors regarding manure management of dairy cows (submission 2005)

	IEF_{CH_4} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	19.0
Belgium	
Czech Republic	3.3
Denmark	17.3
Germany	19.8
France	44.0
Netherlands	8.3
Switzerland	
United Kingdom	13.6

Source: UNFCCC 2005, Table 4.B(a)

4.5.2 *Übrige Rinder*

(SNAP 10 05 02, NFR 4B1b)

„Andere Rinder“ fasst Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe und Zuchtbullen zusammen.

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Gruppe „übrige Rinder“ waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus. Sie werden daher nach dem detaillierten (Stufe-2-) Verfahren berechnet.

Nach EMEP (2005) gelten die NMVOC-Emissionen aus der Rinder-Haltung (Rinder außer Milchkühen) nicht als Hauptquellgruppe.

Die Berechnung erfolgt für jede Unterkategorie gesondert. Die Beschreibung ist für alle Unterkategorien einheitlich.

4.5.2.1 *Kälber*

4.5.2.1.1 *Rechenverfahren*

Die unter Kapitel 4.5 eingangs angegebenen Verfahren werden angewendet.

4.5.2.1.2 *Aktivitätsdaten*

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Die hier behandelten Kälber stellen nur die Hälfte der in der deutschen Statistik erfassten Tiere dar (siehe Kapitel 4.4.2.1.2).

4.5.2 *Other Cattle*

(SNAP 10 05 02, NFR 4B1b)

“Other cattle” comprises calves, female and male beef cattle, suckling cows and bulls (mature males).

According to NIR 2005, CH₄ emissions from the manure management of other cattle were a key source with respect to their level. Hence, they are calculated using the detailed (Tier 2) approach.

EMEP (2005) does not classify NMVOC emissions from other cattle as key sources.

Calculations are made separately for all single subcategories. The description of these subcategories is uniform.

4.5.2.1 *Calves*

4.5.2.1.1 *Calculation procedures*

The procedures described at the beginning of Chapter 4.5 are used for calves.

4.5.2.1.2 *Activity data*

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

The number of calves in this inventory is only half of the number in the census (see Chapter 4.4.2.1.2).

$$n_{ca} = \frac{1}{2} \cdot n_A$$

where n_{ca} number of calves considered
 n_A number of calves in the German census (see Table 4.7)

4.5.2.1.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Mengen der ausgeschiedenen „volatile solids“ (*VS*) werden unter der Annahme von Standardbedingungen bis zu einem Endgewicht von 100 kg Tier⁻¹ berechnet und belaufen sich auf 185,8 kg Platz⁻¹ a⁻¹ VS.

Für Verdaulichkeit und Aschegehalt werden mit IPCC(1996)-4.21 die Standard-Werte von 0,65 MJ MJ⁻¹ bzw. 0,08 kg kg⁻¹ angenommen.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (*MCF*) werden IPCC(1996)-3-4.39 (Westeuropa, kalt) entnommen. Die Daten entsprechen den in Tabelle 4.34 angegebenen (siehe oben).

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.4.1.1, Tierzahlen).

Bei strohgebundenen Systemen wird die mögliche CH₄-Freisetzung aus Stroh berücksichtigt. Die Menge der Einstreu geht aus Tabelle 4.38 hervor. Die Angaben zur Strohqualität für Milchkühe (Tabelle 4.35) gelten sinngemäß.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

Table 4.38
Amounts of straw used in German calf houses

Animal house type			
tied systems		0.1	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	deep litter	1.2	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	„Tretmist“	1.2	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw

Source: KTBL, expert judgement

NM VOC

Erste Schätzung:

Emissionsfaktoren wie für Milchkühe, siehe Kapitel 4.5.1.3

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Kapitel 4.5.1.3

4.5.2.1.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\Ca05.xls

4.5.2.1.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The amounts of “volatile solids” (*VS*) excreted are calculated reflecting standard conditions up to a final weight of 100 kg animal⁻¹. They add up to 185.8 kg place⁻¹ a⁻¹ VS.

Standard values for digestibility (i.e. 0.65 MJ MJ⁻¹) and ash content (0.08 kg kg⁻¹) are assumed (IPCC(1996)-4.21).

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (*MCF*) are taken from IPCC(1996)-3-4.39 (Western Europe, cold). The data used are listed in Table 4.34 (above).

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.4.1.1, animal numbers).

For straw based systems, CH₄ emissions from straw are taken into account. The amount of straw used for bedding is listed in Table 4.38. The properties given for dairy cows (Table 4.35) are valid as well.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

NM VOC

First estimate:

Emission factors as for dairy cows, see Chapter 4.5.1.3

Uncertainty of emission factors

See Chapter 4.5.1.3.

4.5.2.1.4 Calculation files

GAS_EM\Ca05.xls

4.5.2.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.2.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.1

Emissionen: EM1005.02, EM1005.31,
EM1005.57, EM1005.83
Aktivitäten: AC1005.02
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.02,
IEF1005.27, IEF1005.48, IEF1005.69
Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.15 bis
AI1005CAT.27

4.5.2.2 Färsen

4.5.2.2.1 Rechenverfahren

Die in Kapitel 4.5 eingangs angegebenen Verfahren werden angewendet.

4.5.2.2.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Die weiblichen Rinder, die weder Kälber noch Milch- oder Mutterkühe sind, werden als Färsen bezeichnet. Die Tierzahl wird mit der folgenden Gleichung berechnet (zu Einzelheiten vgl. Kapitel 4.4.2.2.2).

$$n_{fb} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_C}{n_B + n_C} + n_C + n_E + n_F + n_H + n_I + n_L$$

where n_{fb} number of female beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.7)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Der typische Fehler liegt bei 4 bis 5 %. Die tatsächlichen Tierzahlen werden systematisch unterschätzt.

4.5.2.2.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Mengen der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden unter der Annahme von Standardbedingungen von einem Einstallgewicht von 100 kg Tier⁻¹ bis zum Schlachtgewicht von 520 kg Tier⁻¹ unter Berücksichtigung der Dauer des Weidegangs berechnet.

Die Verdaulichkeit richtet sich nach der Futterzusammensetzung und wird berechnet; für den Aschegehalt werden mit IPCC(1996)-4.21 0,08 kg kg⁻¹ angenommen.

4.5.2.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.2.1.6 Tables related to Chapter 4.5.1

Emissions: EM1005.02, EM1005.31, EM1005.57,
EM1005.83
Activities: AC1005.02
Implied emission factors: IEF1005.02,
IEF1005.27, IEF1005.48, IEF1005.69
Additional information: AI1005CAT.15 to
AI1005CAT.27

4.5.2.2 Heifers

4.5.2.2.1 Calculation procedures

The procedures discussed in the beginning of Chapter 4.5 were used.

4.5.2.2.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

Female cattle which are neither calves nor dairy or suckling cows, are regarded as heifers. The equation used to add up the respective numbers is given below (for details see Chapter 4.4.2.2.2).

Uncertainty of activity data

The typical uncertainty is between 4 and 5 %. Actual animal numbers are underestimated systematically.

4.5.2.2.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The amounts of „volatile solids“ (VS) excreted are calculated for standard conditions and an initial weight of 100 kg animal⁻¹ and a final weight before slaughtering of 520 kg animal⁻¹. The duration of grazing is taken into account.

Digestibility is a function of diet composition and is calculated in detail. Ash content is assumed to be 0.08 kg kg⁻¹ according to IPCC(1996)-4.21.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.39 (Westeuropa, kalt) entnommen. Die Daten entsprechen den in Tabelle 4.34 angegebenen.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet.

Bei strohgebundenen Systemen wird die mögliche CH_4 -Freisetzung aus Stroh berücksichtigt (Einstreumengen siehe Tabelle 4.39). Die Angaben für Milchkühe gelten sinngemäß.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(1996)-3-4.39 (Western Europe, cold). These data correspond to those in Table 4.34.

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS.

For straw based systems the release of CH_4 from the fermentation of straw is considered. Relevant amounts of straw are listed in Table 4.39. The properties are the same as for dairy cattle.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier 2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Table 4.39
Amounts of straw used in German heifer houses

Animal house type			
tied systems	all systems	2.9	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	deep litter	5.6	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
loose housing	„Tretmist“	2.9	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw

Source: KTBL (2004), pg. 379

NMVOG

Erste Schätzung:

Emissionsfaktoren wie für Milchkühe, siehe Kapitel 4.5.1.3

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Kapitel 4.5.1.3

4.5.2.2.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\Fb05.xls

4.5.2.2.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.2.2.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.2.2

Emissionen: EM1005.03, EM1005.32, EM1005.58, EM1005.84

Aktivitäten: AC1005.03

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.03, IEF1005.28, IEF1005.49, IEF1005.70

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.28 bis AI1005CAT.40

NMVOG

First estimate:

Emission factors as for dairy cows, see Chapter 4.5.1.3

Uncertainty of emission factors

See Chapter 4.5.1.3

4.5.2.2.4 Calculation files

GAS_EM\Fb05.xls

4.5.2.2.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.2.2.6 Tables related to Chapter 4.5.2.2

Emissions: EM1005.03, EM1005.32, EM1005.58, EM1005.84

Activities: AC1005.03

Implied emission factors: IEF1005.03, IEF1005.28, IEF1005.49, IEF1005.70

Additional information: AI1005CAT.28 to AI1005CAT.40

4.5.2.3 Mastbullen

4.5.2.3.1 Rechenverfahren

Die unter Kapitel 4.5 angegebenen Verfahren werden angewendet.

4.5.2.3.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Als Mastbullen werden die männlichen Rinder bezeichnet, die weder Kälber noch Zuchtbullen sind. Zur Berechnung der Tierzahl vgl. Kapitel 4.4.2.1.2 und die folgende Beziehung:

$$n_{mb} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_B}{n_B + n_C} + n_B + n_D$$

where n_{mb} number of male beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.7)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Siehe Kapitel 4.5.2.2.3 und die entsprechenden Kapitel zuvor.

4.5.2.3.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Mengen der ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden unter der Annahme von Standardbedingungen von einem Anfangsgewicht von 100 kg Tier⁻¹ bis zum Endschlachtgewicht ermittelt, wobei eine Mastdauer von 384 Tagen angenommen wird. Sie belaufen sich auf etwa 700 kg Tier⁻¹ a⁻¹ VS.

Für Verdaulichkeit und Aschegehalt werden mit IPCC(1996)-4.21 0,65 MJ MJ⁻¹ bzw. 0,08 kg kg⁻¹ angenommen.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.39 (Westeuropa, kalt) entnommen. Die Daten entsprechen den in Tabelle 4.34 angegebenen.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.4.1.1).

Die Strohmenngen sind die gleichen wie bei den Färsen (Tabelle 4.39). Zu den Eigenschaften des Strohs und der CH₄-Entwicklung siehe die entsprechenden Angaben für Milchkühe.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei

4.5.2.3 Bulls (male beef cattle)

4.5.2.3.1 Calculation procedures

The methods described in Chapter 4.5 are applied.

4.5.2.3.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

The subcategory “bulls (male beef cattle)” comprises all male cattle with the exception of calves and bulls for replacement. The assessment of animal numbers follows Chapter 4.4.2.1.2 as follows:

Uncertainty of activity data

See Chapter 4.5.2.2.3 and the respective previous chapters.

4.5.2.3.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted are calculated using standard conditions for an initial weight of 100 kg animal⁻¹ and the slaughter weight for an average duration of the fattening period of 384 days. VS add up to about 700 kg animal⁻¹ a⁻¹.

Default values are used for digestibility (0.65 MJ MJ⁻¹) and ash content of excreta (0.08 kg kg⁻¹) in accordance with IPCC(1996)-4.21.

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(1996)-3-4.39 (Western Europe, cold). Data equal those in Table 4.34.

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.4.1.1).

The amounts of straw in the various housing systems are the same as for heifers (see Table 4.39). For the properties of the straw used see the respective details for dairy cows.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of

Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

NMVOC

Erste Schätzung:

Emissionsfaktoren wie für Milchkühe, siehe Kapitel 4.5.1.2.2

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Kapitel 4.5.1.3

4.5.2.3.4 *Arbeitsmappen*

GAS_EM\Mb07.xls

4.5.2.3.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.5.2.3.6 *Tabellen zu Kapitel 4.5.2.3*

Emissionen: EM1005.04, EM1005.33, EM1005.59, EM1005.85

Aktivitäten: AC1005.04

Resultierende Emissionsfaktoren:

IEF1005CAT.04, IEF1005CAT.29, IEF1005.59, IEF1005.71

Zusätzliche Informationen: AI1005.41 bis AI1005.53

4.5.2.4 *Mutterkühe*

4.5.2.4.1 *Rechenverfahren*

Die Berechnung der relevanten Energie und der Menge an „volatile solids“ folgt den in Kapitel 4.5 eingangs angegebenen Verfahren.

4.5.2.4.2 *Aktivitätsdaten*

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wie bei den anderen Rindern 4 bis 5 %.

4.5.2.4.3 *Emissionsfaktoren*

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Daten für die Mutterkuh-Haltung gehen von einheitlicher Fütterung und Haltung aus. Weidetage werden nicht eigens berücksichtigt. Aus den Berechnungen zu den Emissionen aus der Verdauung folgt eine Ausscheidung von etwa 819 kg Tierplatz⁻¹ a⁻¹ VS, wenn man für Verdaulichkeit und Aschegehalt mit IPCC(1996)-4.21 0,65 MJ MJ⁻¹ bzw. 0,08 kg kg⁻¹ annimmt.

Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

NMVOC

First estimate:

The emission factors are listed for dairy cows (see Chapter 4.5.1.2.2)

Uncertainty of emission factors

See Chapter 4.5.1.3

4.5.2.3.4 *Calculation files*

GAS_EM\Mb07.xls

4.5.2.3.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.5.2.3.6 *Tables related to Chapter 4.5.2.3*

Emissions: EM1005.04, EM1005.33, EM1005.59, EM1005.85

Activities: AC1005.04

Implied emission factors: IEF1005CAT.04,

IEF1005CAT.29, IEF1005.59, IEF1005.71

Additional information: AI1005.41 to AI1005.53

4.5.2.4 *Suckling cows*

4.5.2.4.1 *Calculation procedures*

The calculation of the relevant energies and of the volatile solids follows the procedure given at the beginning of Chapter 4.5.

4.5.2.4.2 *Activity data*

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activities

As with other cattle categories 4 to 5 %.

4.5.2.4.3 *Emission factors*

Methane

Detailed methodology:

The data used to calculate VS for suckling cows assume uniform feed and management. Grazing is not considered on its own. From the calculation of emissions due to enteric fermentation an excretion of about 819 kg animal⁻¹ a⁻¹ VS can be deduced, if one uses a digestibility of 65 MJ MJ⁻¹ and an ash content of 8 kg kg⁻¹ in accordance with IPCC(1996)-4.21.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.39 (Westeuropa, kalt) entnommen. Die Daten entsprechen den in Tabelle 4.34 angegebenen.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet.

Der Einsatz von Stroh wird nicht berücksichtigt.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

NMVOC

Erste Schätzung:

Emissionsfaktoren wie für Milchkühe, siehe Kapitel 4.5.1.2.2

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Kapitel 4.5.1.3

4.5.2.4.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\Sc04.xls

4.5.2.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.2.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.2.4

Emissionen: EM1005.05, EM1005.34, EM1005.60, EM1005.86

Aktivitäten: EM1005.05

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.05, IEF1005.30, IEF1005.51, IEF1005.72

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.67 bis AI1005CAT.78

4.5.2.5 Zuchtbullen

4.5.2.5.1 Rechenverfahren

Die Berechnung der relevanten Energie und der Menge an „volatile solids“ folgt den in Kapitel 4.5 eingangs angegebenen Verfahren.

4.5.2.5.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit wird zwischen 4 und 5 %

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(1996)-3-4.39 (Western Europe, cold). The data equal those in Table 4.34.

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS.

Straw is not considered.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

NMVOC

First estimate:

Emission factors as for dairy cows, see Chapter 4.5.1.2.2

Uncertainty of emission factors

See Chapter 4.5.1.3

4.5.2.4.4 Calculation files

GAS_EM\Sc04.xls

4.5.2.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.2.4.6 Tables related to Chapter 4.5.2.4

Emissions: EM1005.05, EM1005.34, EM1005.60, EM1005.86

Activities: EM1005.05

Implied emission factors: IEF1005.05, IEF1005.30, IEF1005.51, IEF1005.72

Additional information: AI1005CAT.67 to AI1005CAT.78

4.5.2.5 Bulls (mature males)

4.5.2.5.1 Calculation procedures

The calculation of the relevant energies and the amount of volatile solids occurs according to the procedures mentioned at the beginning of Chapter 4.5.

4.5.2.5.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

The uncertainty is likely to amount to 4 to 5 %.

betragen.

4.5.2.5.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Daten für die Zuchtbullen-Haltung gehen von einheitlicher Fütterung und Haltung aus. Weidetage werden nicht eigens berücksichtigt. Aus den Berechnungen zu den Emissionen aus der Verdauung folgt eine Ausscheidung von etwa 1324 kg Tierplatz⁻¹ a⁻¹ VS, wenn man für Verdaulichkeit und Aschegehalt mit IPCC(1996)-4.21 0,65 MJ MJ⁻¹ bzw. 0,08 kg kg⁻¹ annimmt.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.39 (Westeuropa, kalt) entnommen. Die Daten entsprechen den in Tabelle 4.34 angegebenen.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.4.1.1).

Der Einsatz von Stroh wird nicht berücksichtigt.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

NMVOG

Erste Schätzung:

Emissionsfaktoren wie für Milchkühe, siehe Kapitel 4.5.1.2.2

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Kapitel 4.5.1.3

4.5.2.5.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\BI04.xls

4.5.2.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.2.5.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.2.4

Emissionen: EM1005.06, EM1005.35, EM1005.61, EM1005.87

Aktivitäten: AC1005.06

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.06, IEF1005.31, IEF1005.52, IEF1005.73

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.67 bis AI1005.78

4.5.2.5.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The calculation of emissions from bulls is based on the assumption that feed and management are uniform over Germany. Grazing is not considered. From the calculation of emissions from enteric fermentation, a VS excretion of about 1324 kg place⁻¹ a⁻¹ is deduced, if digestibility is 0.65 MJ MJ⁻¹ and ash content is 0.08 kg kg⁻¹, as proposed in IPCC(1996)-4.21.

The maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(1996)-3-4.39 (Western Europe, cold). These data equal those in Table 4.34.

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS (see Chapter 4.4.1.1).

Straw as bedding material is not considered.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier 2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

NMVOG

First estimate:

Emission factor as for dairy cows, see Chapter 4.5.1.2.2

Uncertainty of emission factors

See Chapter 4.5.1.3

4.5.2.5.4 Calculation files

GAS_EM\BI04.xls

4.5.2.5.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.2.5.6 Tables related to Chapter 4.5.2.4

Emissions: EM1005.06, EM1005.35, EM1005.61, EM1005.87

Activities: AC1005.06

Implied emission factors: IEF1005.06, IEF1005.31, IEF1005.52, IEF1005.73

Additional information: AI1005CAT.67 to AI1005.78

4.5.2.6 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für Rinder ohne Milchkühe mit denen benachbarter Staaten

Der resultierende Emissionsfaktor (IEF) für Kälber, Färsen, Mastbullen, Mutterkühe und Zuchtbullen sind am ehesten mit denen für Österreich vergleichbar und liegen im Mittelfeld der Tabelle (Tabelle 4.40). Die erhebliche Streuung insgesamt entzieht sich einer einfachen Deutung.

4.5.2.6 Intercomparison of implied emission factors (IEF) for other cattle with those in neighbouring countries

The implied emission factor (IEF) for calves, heifers, bulls, suckling cows and mature males is comparable to that presented by Austria and is situated in the middle of the countries compared (Table 4.40). However, the considerable scatter cannot be explained with the data provided.

Table 4.40
 Intercomparison of implied emission factors regarding CH₄ from manure management of other cattle (submission 2005)

	<i>IEF</i> _{CH₄} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	7.1
Belgium	
Czech Republic	1.0
Denmark	1.6
Germany	8.6
France	21.4
Netherlands	12.2
Switzerland	
United Kingdom	4.3

Source: UNFCCC 2005, Table 4.B(a)

**4.5.3 Schweine
 (SNAP 10 05 03 und 10 05 04, NFR 4B8)**

Schweine werden in Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber untergliedert.

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management von Schweinen insgesamt waren im NIR 2005 eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus. Sie werden daher nach dem detaillierten (Stufe-2-) Verfahren berechnet.

Bei EMEP (2005) sind die NMVOC-C-Emissionen aus der Schweine-Haltung insgesamt als Hauptquellgruppe eingestuft. Ein dieser Bedeutung angemessenes Rechenverfahren fehlt jedoch.

4.5.3.1 Sauen

4.5.3.1.1 Rechenverfahren

Die am Beginn von Kapitel 4.5 genannten Gleichungen zur Berechnung von Methan und NMVOC aus dem Wirtschaftsdünger-Management gelten auch für Sauen.

**4.5.3 Pigs
 (SNAP 10 05 03 and 10 05 04, NFR 4B8)**

In the pig population, sows, weaners, fattening pigs and boars are distinguished.

According to NIR 2005, CH₄ emissions from the manure management of pigs as a whole were a key source with respect to their level. Hence, they are calculated using the detailed (Tier-2) approach.

EMEP (2005) classifies NMVOC-C emissions from pig manure management as key source. However, the treatment of NMVOC emissions for this purpose is inadequate, as the calculation procedure is rated a first estimate.

4.5.3.1 Sows

4.5.3.1.1 Calculation procedures

The equations discussed at the beginning of Chapter 4.5 with regard to emissions from manure management CH₄ and NMVOC also apply to the treatment of sows.

4.5.3.1.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Mit den Sauen werden alle Ferkel bis zu einem Gewicht von 8,5 kg Tier⁻¹ erfasst.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit wird zwischen 4 und 5 % betragen.

4.5.3.1.3 Ableitung von Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Der Bruttoenergiebedarf der Sauen wird unter Berücksichtigung der Zahl der abgesetzten Ferkel bei Mehrphasenfütterung ermittelt. Die Verdaulichkeit des Futters wird für Standardfutter berechnet. Sie wird für ganz Deutschland und für die Zeitreihe als einheitlich betrachtet.

Die Methan-Umwandlungsfaktoren *MCF* und die Methanbildungskapazität B_o werden aus IPCC(1996) übernommen (Tabelle 4.41). Zur Wahl der „alten“ *MCF* für Gülle siehe Kapitel 4.5.1.1.

In der Schweinehaltung in Deutschland sind die Lagerungsformen „lagoon“, „dry lot“ und „burned for fuel“ nicht üblich. Andere Lagerungsformen existieren nicht. Der Anteil vergorener Gülle (Biogas-Gülle) ist 2005 noch nicht bekannt.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS für jeden Landkreis berechnet (zu Einzelheiten siehe Kapitel 4.4.1.1).

In eingestreuten Systemen berücksichtigt das Inventar Stroh als zusätzliche CH₄-Quelle. Stroh wird dabei wie in der Rinderhaltung behandelt. Zu den verwendeten Mengen siehe Tabelle 4.42.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

4.5.3.1.1 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 –vj 4

Sows are dealt with including suckling piglets up to 8.5 kg animal⁻¹.

Uncertainty of activity data

The uncertainty is likely to amount to 4 to 5 %.

4.5.3.1.3 Derivation of emission factors

Methane

Detailed methodology:

The gross energy consumption of sows is calculated including the piglets raised; phase feeding is accounted for. The digestibility is assessed using information on standard feed composition. This is assumed to be uniform over Germany and constant within the time series.

Methane conversion factors *MCF* and methane producing capacity B_o are applied as suggested in IPCC (1996) (Table 4.41). For details regarding the use of the “old” *MCF* for slurry systems see Chapter 4.5.1.1.

In German livestock husbandry slurry storage in lagoons is unknown of. Dry lot systems are not used, nor is manure burned for fuel. Other manure management systems are not in use. The share of slurry fermented for bio-gas production is unknown in 2005.

The frequency distribution of the various storage systems is calculated for each district using RAUMIS (for details see Chapter 4.4.1.1).

In bedded systems this inventory takes straw as additional source of CH₄ into account. Straw is treated in the same way as described for cattle. For further details see Table 4.42.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

Table 4.41

Maximum methane producing capacity B_o and methane conversion factors *MCF* as used for pigs in the German inventory (IPCC, 1996)

B_o	0.45	m ³ kg ⁻¹ CH ₄
<i>MCF</i> liquid/slurry	0.10	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> solid storage	0.01	kg kg ⁻¹ C
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	kg kg ⁻¹ C

Table 4.42
Amounts of straw used in German piglet production systems

Animal house type			
all straw based systems		2.0	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
straw properties	dry matter content of straw	0.86	kg kg ⁻¹
	N in dry matter	0.0050	kg kg ⁻¹ N
	of which TAN	50	%

Source: KTBL, expert judgement

NM VOC

Erste Schätzung:

Alle Schweine weisen die gleichen Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} auf (Tabelle 4.43). Unter Hinzuziehung der Molmassen werden in einem zweiten Schritt NMVOC-C und NMVOC-S berechnet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheit hängt sowohl von der Unsicherheit der NH₃-Emissionen als auch der der Emissionsfaktoren EF_{NMVOC} ab. Erstere ist etwa 30 %; insgesamt wird eine Unsicherheit von 50 % geschätzt.

NM VOC

First estimate:

All pigs are treated with the same emission factors EF_{NMVOC} (Table 4.43). Emissions of NMVOC-C and NMVOC-S are assessed in a second step using the respective molar masses.

Uncertainty of emission factors

The uncertainty depends both on the uncertainty of the NH₃ emissions and on that of the emission factor EF_{NMVOC} . The former is estimated to be 30 %; thus an overall uncertainty of 50 % can be assumed.

Table 4.43
Emission factors relating NMVOC emissions to NH₃ emissions for pigs

Species	EF_{NMVOC} in kg kg ⁻¹
dimethyl sulfide	0.28
dimethyl disulfide	0.00
dimethyl trisulfide	0.00
acetone	0.00
acetic acid	0.30
propanoic acid	0.01
2-methyl propanoic acid	0.01
butanoic acid	0.12
2-methyl butanoic acid	0.01
3-methyl butanoic acid	0.01
pentanoic acid	0.00
phenol	0.00
4-methyl phenol	0.09
3-ethyl phenol	0.01
indole	0.00
3-methyl indol	0.00

Source: Hobbs et al. (2004)

4.5.3.1.4 *Arbeitsmappen*

GAS_EM\So07.xls

4.5.3.1.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.5.3.1.4 *Calculation files*

GAS_EM\So07.xls

4.5.3.1.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.5.3.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.3.1

Emissionen: EM1005.09, EM1005.38, EM1005.64, EM1005.90
 Aktivitäten: AC1005.08
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.11, IEF1005.34, IEF1005.55, IEF100.76
 Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.01 to AI1005PSH.13

4.5.3.2 Aufzuchtferkel

4.5.3.2.1 Rechenverfahren

Die am Beginn von Kapitel 4.5 genannten Gleichungen zur Berechnung von Methan und NMVOC aus dem Wirtschaftsdüngermanagement gelten auch für Aufzuchtferkel.

4.5.3.2.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

Unter Verwendung der unter 4.4.3.2 angegebenen Beziehung werden die Zahlen der Aufzuchtferkel aus denen der Ferkel insgesamt abgeleitet. Die Zahl der Ferkel geht aus StatLA C III 1 – vj 4 hervor. Die Anzahl wird aus der Dauer der Lebensphasen gemäß der folgenden Gleichung abgeleitet:

$$n_{we} = n_M \cdot \frac{t_{we}}{t_{piglet} + t_{we}}$$

where	n_{we}	number of weaners
	n_M	number of piglets in German census (see Table 4.14)
	t_{we}	duration of weaner production (48 d, KTBL 2004, pg. 466)
	t_{piglet}	time span piglets spend with the sow (25 d, see Table 4.15)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit wird zwischen 4 und 5 % betragen. Die Aufspaltung der Population ändert hieran nichts.

4.5.3.2.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS) werden nach den in Kapitel 4.4.3.2 gemachten Angaben über Anfangs- und Endgewicht und Leistung (mittlere Gewichtszunahme) sowie die Fütterung berechnet.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.46 (Westeuropa,

4.5.3.1.6 Tables related to Chapter 4.4.6

Emissions: EM1005.09, EM1005.38, EM1005.64, EM1005.90
 Activities: AC1005.08
 Implied emission factors: IEF1005.11, IEF1005.34, IEF1005.55, IEF1005.76
 Additional information: AI1005PSH.01 to AI1005PSH.13

4.5.3.2 Weaners

4.5.3.2.1 Calculation procedure

The equations discussed at the beginning of Chapter 4.5 with regard to emissions from manure management CH_4 and NMVOC also apply to the treatment of sows.

4.5.3.2.2 Activity data

Animal numbers:

The number of weaners is derived from the number of piglets given in the statistics (StatLA C III 1 – vj 4) according to the relations derived in Chapter 4.4.3.2. The following equation is used:

Uncertainty of activity data

The uncertainty is likely to amount to 4 to 5 %. The splitting of the population does not influence the uncertainty.

4.5.3.2.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The amounts of volatile solids (VS) excreted were calculated according to the information provided in Chapter 4.4.3.2 taking initial and (variable) final weights as well as mean weight gains into account.

Methane conversion factors MCF and methane producing capacity B_0 are applied as in IPCC(1996)-3-4.46 (Western Europe, cold).

If weaners are kept on deep litter, about 0.35

kalt) entnommen.

Werden Aufzuchtferkel im Tiefstreuall gehalten, so wird im Mittel 0,35 kg Tier⁻¹ d⁻¹ Stroh gegeben, bei Haltung auf Teilspaltenböden 0,1 kg Tier⁻¹ d⁻¹.

Für Aufzuchtferkel werden die Häufigkeiten der Haltungsverfahren vorläufig denen von Mastschweinen gleichgesetzt. Diese werden mit RAUMIS berechnet (siehe Kapitel 4.4.1.1).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

NMVOG

Erste Schätzung:

Zu Einzelheiten siehe Sauen (Kapitel 4.5.3.1.3)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Angaben in Kapitel 4.5.3.1.3

4.5.3.2.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\We05.xls

4.5.3.2.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.3.2.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.3.2

Emissionen: EM1005.10, EM1005.39, EM1005.65, EM1005.91
Aktivitäten: AC1005.09
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.09, IEF1005.35, IEF1005.56, IEF1005.77
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.14 bis AI1005PSH.26

4.5.3.3 Mastschweine

4.5.3.3.1 Rechenverfahren

Die am Beginn von Kapitel 4.5 genannten Gleichungen zur Berechnung von Methan und NMVOG aus dem Wirtschaftsdüngermanagement gelten auch für Mastschweine.

4.5.3.3.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit wird zwischen 4 und 5 % betragen.

kg animal⁻¹ d⁻¹ straw is applied, on partly slatted floors with bedding 0.1 kg animal⁻¹ d⁻¹.

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 4.4.1.1).

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier 2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

NMVOG

First estimate:

For details see sows (Chapter 4.5.3.1.3)

Uncertainty of emission factors

See remarks in Chapter 4.5.3.1.3

4.5.3.2.4 Calculation files

GAS_EM\We05.xls

4.5.3.2.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.3.2.6 Tables related to Chapter 4.5.3.2

Emissions: EM1005.10, EM1005.39, EM1005.65, EM1005.91
Activities: AC1005.09
Implied emission factors: IEF1005.09, IEF1005.35, IEF1005.56, IEF1005.77
Additional information: AI1005PSH.14 to AI1005PSH.26

4.5.3.3 Fattening pigs

4.5.3.3.1 Calculation procedure

The basic relations given at the beginning of Chapter 4.5 also apply to the assessment of emissions of methane and NMVOG from manure management of fattening pigs.

4.5.3.3.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

The uncertainty is likely to amount to 4 to 5 %.

4.5.3.3.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen VS werden nach den in Kapitel 4.4.3.3 gemachten Angaben über Anfangs- und Endgewicht und Leistung (mittlere Gewichtszunahme) sowie die Fütterung berechnet.

Die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.46 (Westeuropa, kalt) entnommen (vgl. Tabelle 4.28).

Die bei unterschiedlichen Haltungsverfahren üblichen Strohmenngen sind in Tabelle 4.44 zusammengestellt. Wichtige Eigenschaften des Strohs gehen aus Tabelle 4.35 hervor.

Für Mastschweine werden die Haltungsverfahren mit RAUMIS berechnet.

Table 4.44
Amounts of straw used in German pig houses

Animal house type			
closed insulated stables	deep litter	0.91	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
	partly slatted floor („Mehrfäch-stall“)	0.46	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
free ventilated	kennel house	0.46	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
	deep litter	0.91	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw
	partly slatted floor („Mehrfäch-stall“)	0.46	kg place ⁻¹ d ⁻¹ straw

Source: KTBL, expert judgement

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

NMVOG

Erste Schätzung:

Zu Einzelheiten siehe Sauen (Kapitel 4.5.3.1.3)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Angaben in Kapitel 4.5.3.1.3

4.5.3.3.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\Fp06.xls

4.5.3.3.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.3.3.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The amounts of VS excreted are calculated according to the data provided in Chapter 4.4.3.3, taking initial and final weights, performance (mean weight gain) as well as feed composition into account.

Methane conversion factors MCF and methane producing capacity B_0 are applied as in IPCC(1996)-3-4.46 (Western Europe, cold).

If fattening pigs are kept in bedded systems, the typical amounts of straw considered are listed in Table 4.44. Relevant straw properties are given in Table 4.35.

The frequency distribution of manure management systems is calculated by RAUMIS.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 estimates the uncertainty of Tier-2 approaches to be about 20 %. German data do not exist yet.

NMVOG

First estimate:

For details see sows (Chapter 4.5.3.1.3)

Uncertainty of emission factors

See remarks in Chapter 4.5.3.1.3

4.5.3.3.4 Calculation files

GAS_EM\Fp06.xls

4.5.3.3.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.3.3.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.3.3

Emissionen: EM1005.11, EM1005,40,
EM1005.66, EM1005.92
Aktivitäten: AC1005.10
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.10,
IEF1005.36, IEF1005.57, IEF1005.78
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.27 bis
AI1005PSH.39

4.5.3.4 Eber

4.5.3.4.1 Rechenverfahren

Die zu Beginn des Kapitels 4.5 aufgeführten Gleichungen zur Berechnung von Methan und NMVOC aus dem Wirtschaftsdüngermanagement gelten auch für Eber.

4.5.3.4.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:
StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit wird zwischen 4 und 5 % betragen.

4.5.3.4.3 Emissionsfaktoren

Methan

Detailliertes Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen VS werden aus der Bruttoenergie (vgl. Kapitel 4.4.3.4) und der Verdaulichkeit als Funktion der Futterzusammensetzung berechnet.

Für die Einstreu wurden 2,5 kg Tier⁻¹ d⁻¹ Stroh angenommen.

Alle anderen zur Berechnung von CH₄-Emissionen benötigten Parameter entsprechen denen von Sauen. Für Eber werden die gleichen Haltungsverfahren wie für Sauen angenommen. Diese werden mit RAUMIS berechnet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

IPCC(2002)-4.28 schätzt die Unsicherheit bei Anwendung auf 20 %. Die Datenbasis für Eber ist schlechter als die für die anderen Schweine; die Unsicherheiten sind insgesamt jedoch wegen der geringen Tierzahlen unbedeutend. Deutsche Zahlen liegen noch nicht vor.

NMVOC

Erste Schätzung:

Siehe Kapitel 4.5.3.1

4.5.3.3.6 Tables related to Chapter 4.5.3.3

Emissions: EM1005.11, EM1005,40, EM1005.66,
EM1005.92
Activities: AC1005.10
Implied emission factors: IEF1005.10,
IEF1005.36, IEF1005.57, IEF1005.78
Additional information: AI1005PSH.27 to
AI1005PSH.39

4.5.3.4 Boars (mature males)

4.5.3.4.1 Calculation procedure

The basic relations given at the beginning of Chapter 4.5 also apply to the assessment of emissions of methane and NMVOC from manure management of fattening pigs.

4.5.3.4.2 Activity data

Animal numbers:
StatLA C III 1 –vj 4

Uncertainty of activity data

The uncertainty is likely to amount to 4 to 5 %.

4.5.3.4.3 Emission factors

Methane

Detailed methodology:

The amounts of VS are calculated using the gross energy as described in Chapter 4.4.3.4 and the feed digestibility as a function of diet composition.

Straw input into bedded systems is assumed to be 1.5 kg animal⁻¹ d⁻¹ straw.

All other parameters used are taken to be the same as for sows. This applies also to the distribution of housing and manure management systems. As for sows, these are calculated using RAUMIS.

Uncertainty of emission factors

IPCC(2000)-4.28 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.

NMVOC

First estimate:

See Chapter 4.5.3.1

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Siehe Angaben in Kapitel 4.5.3.1.3

4.5.3.4.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\Bo05.xls

4.5.3.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.3.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.3.4

Emissionen: EM1005.12, EM1005.41,
EM1005.67, EM1005.93
Aktivitäten: AC1005.11
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.11,
IEF1005.37, IEF1005.58, IEF1005.79
Zusätzliche Informationen: —

4.5.3.5 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) für Schweine insgesamt mit denen benachbarter Staaten

Die resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) aus der deutschen Schweinhaltung bewegen sich am unteren Ende der europäischen Vergleichswerte. Sie entsprechen größenordnungsmäßig denen Dänemarks, der Niederlande und des Vereinigten Königreichs (Tabelle 4.45). Weiter gehende Schlüsse können nicht gezogen werden.

Table 4.45

Intercomparison of implied emission factors regarding CH₄ from manure management of pigs (submission 2005)

	IEF_{CH_4} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	5.8
Belgium	
Czech Republic	7.9
Denmark	2.6
Germany	3.1
France	10.0
Netherlands	3.2
Switzerland	
United Kingdom	3.0

Source: UNFCCC 2005, Table 4.B(a)

4.5.4 Schafe**(SNAP 10 05 05, NFR 4B3)****4.5.4.1 Rechenverfahren**

Die CH₄- und die NMVOC-Emissionen aus dem Wirtschaftdünger-Management von Schafen

Uncertainty of emission factors

See remarks in Chapter 4.5.3.1.3

4.5.3.4.4 Calculation files

GAS_EM\Bo05.xls

4.5.3.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.3.4.6 Tables related to Chapter 4.5.3.4

Emissions: EM1005.12, EM1005.41, EM1005.67
Activities: AC1005.11, EM1005.93
Implied emission factors: IEF1005.11,
IEF1005.37, IEF1005.58, IEF1005.79
Additional information: —

4.5.3.5 Intercomparison of implied emission factors (IEF) for pigs with those in neighbouring countries

German implied emission factors (IEF) from pig production range at the lower end of European values, comparable to those from Denmark, the Netherlands and the UK (Table 4.45). No further conclusions can be drawn.

4.5.4 Sheep**(SNAP 10 05 05, NFR 4B3)****4.5.4.1 Calculation procedures**

According to NIR 2005, neither CH₄ nor NMVOC emissions from the manure management

waren im NIR 2005 keine Hauptquellgruppe. Sie werden nach einfachen Verfahren (CH₄) bzw. als erste Schätzung (NMVOC) berechnet.

Die unter Kapitel 4.5 genannten Rechenverfahren werden sinngemäß angewendet:

$$E_{\text{CH}_4, \text{sh}} = EF_{\text{CH}_4, \text{sh}} \cdot n_{\text{sh}}$$

with

$$EF_{\text{CH}_4, \text{sh}} = VS_{\text{sh}} \cdot \alpha \cdot B_{\text{o, sh}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{sh}}$$

where VS_{sh} default volatile solid excretion of sheep ($VS_{\text{sh}} = 0.40 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
 $B_{\text{o, sh}}$ maximum methane capacity ($B_{\text{o, sh}} = 0.19 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)
 MCF_{sh} methane conversion factor for sheep, cold region ($MCF_{\text{sh}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1}$)

4.5.4.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Schafe werden in diesem Teil des Inventars nicht nach Mutterschafen, Lämmern usw. differenziert, da für die Unterkategorien keine Emissionsfaktoren ableitbar sind.

Die Zahl der Schafe vor 1998 wird nach Dämmgen 2005) korrigiert. Zu Korrekturfaktoren siehe Tabelle 4.29 und die zugehörigen Erklärungen.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

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. Ein Fehler < 10 % wird für wahrscheinlich gehalten.

4.5.4.3 Emissionsfaktoren

Methan

Einfacheres Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazität (B_{o}) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.12 ff (entwickelte Staaten, kalt) entnommen.

Die Daten sind in den Erläuterungen zur Gleichung angegeben.

NMVOC

Erste Schätzung:

Siehe Kapitel 4.5.1.2.2.

Die auf NH₃-Emissionen bezogenen NMVOC-Emissionsfaktoren finden sich in Tabelle 4.45

of sheep were a key source. Thus, they are calculated using the simpler approach (CH₄) or a first estimate approach (NMVOC).

The basic relations given at the beginning of Chapter 4.5 are applied.

4.5.4.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 –vj 4

In this part of the inventory, sheep are not disaggregated into ewes, lambs, etc., as no emission factors are available or deducible for these sub-categories.

The number of sheep before 1998 is corrected in according to Dämmgen (2005). The correction factors are listed in Table 4.29 and the comments related to it.

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.

4.5.5.2 Emission factors

Methane

Simpler methodology:

The amounts of “volatile solids” (VS) excreted, the maximum methane producing capacity (B_{o}) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) were taken from IPCC(1996)-3-4.12 (developed countries, cold).

These data used are to be found in the captions of the above equation.

NMVOC

First estimate:

see Chapter 4.5.1.2.2

The NMVOC emission factors related to NH₃ emissions are listed in Table 4.45.

Table 4.45
Emission factors relating NMVOC emissions to NH₃ emissions for sheep

species	EF_{NMVOC} in kg kg ⁻¹
dimethyl sulfide	0.221
dimethyl disulfide	
dimethyl trisulfide	
acetone	0.092
acetic acid	0.297
propanoic acid	0.008
2-methyl propanoic acid	0.004
butanoic acid	0.003
2-methyl butanoic acid	0.011
3-methyl butanoic acid	0.007
pentanoic acid	0.000
phenol	0.001
4-methyl phenol	0.148
3-ethyl phenol	0.001
indole	0.000
3-methyl indol	0.000

Source: Hobbs et al. (2004)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Angaben über den Futterbedarf in Deutschland gehaltener Schafrassen (KTBL, 2004, S. 423) lassen erkennen, dass die Menge der Ausscheidungen im VS-default-Wert wahrscheinlich unterschätzt wird. Das Ausmaß der Unsicherheit insgesamt kann noch nicht angegeben werden.

4.5.4.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Sh07.xls

4.5.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.4

Emissionen: EM1005.14, EM100543, EM1005.69, EM1005.94
Aktivitäten: AC1005.16
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.13, IEF1005.39, IEF1005.60, IEF1005.81
Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.48 bis AI1005PSH.60

4.5.4.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Der für die Rechnungen verwendete Emissionsfaktor ist der default-Faktor. Aus Tabelle 4.46 wird deutlich, dass der für entwickelte Staaten in Westeuropa die Wirklichkeit offenbar nicht zutref-

Uncertainty of emission factors

The data concerning the feed requirement for the sheep breeds kept in Germany (KTBL, 2004, pg. 423) lead to the assumption that the amount of VS in sheep excreta is likely to be underestimated. At present, it is impossible to assess the overall uncertainty.

4.5.4.4 Calculation file

GAS_EM\Sh07.xls

4.5.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.4.6 Tables related to Chapter 4.5.4

Emissions: EM1005.14, EM100543, EM1005.69, EM1005.94
Activities: AC1005.16
Implied emission factors: IEF1005.13, IEF1005.39, IEF1005.60, IEF1005.81
Additional information: AI1005PSH.48 to AI1005PSH.60

4.5.4.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

The emission factor used is the default value. It is obvious from Table 4.46 that this value may underestimate emissions in developed countries in Western Europe.

fend beschreibt.

Table 4.46

Intercomparison of implied emission factors regarding CH₄ from manure management of sheep (submission 2005)

	<i>IEF</i> _{CH₄} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	0.19
Belgium	
Czech Republic	0.23
Denmark	0.32
Germany	0.19
France	0.28
Netherlands	0,48
Switzerland	
United Kingdom	0.11

Source: UNFCCC 2005, Table 4.B(a)

4.5.5 Ziegen
 (SNAP 10 05 05, NFR 4B3)

4.5.5 Goats
 (SNAP 10 05 05, NFR 4B3)

4.5.5.1 Rechenverfahren

4.5.5.1 Calculation procedure

Die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management von Ziegen waren im NIR 2005 nicht berücksichtigt. Sie sind sicherlich keine Hauptquellgruppe und werden nach dem einfachen Verfahren berechnet.

CH₄ emissions from the manure management of goats were not considered in the NIR 2005. For sure, they are no key source. Consequently, they are calculated using the simpler approach.

$$E_{\text{CH}_4, \text{go}} = EF_{\text{CH}_4, \text{go}} \cdot n_{\text{go}}$$

with

$$EF_{\text{CH}_4, \text{go}} = VS_{\text{go}} \cdot \alpha \cdot B_{0, \text{go}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{go}}$$

where *VS_{go}* default volatile solid excretion of goats (*VS_{go}* = 0.28 kg animal⁻¹ d⁻¹)
B_{0, go} maximum methane capacity (*B_{0, go}* = 0.17 m³ kg⁻¹ CH₄)
MCF_{go} methane conversion factor for goats, cold region (*MCF_{go}* = 0.01 kg kg⁻¹)

4.5.5.2 Aktivitätsdaten

4.5.5.2 Activity data

Tierzahlen für Ziegen werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst. Schätzungen des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft werden verwendet.

Animal numbers for goats are not included in the German agricultural statistics. Instead, estimates of the German Federal Ministry of Consumer Protection, Nutrition and Agriculture are used.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Uncertainty of activity data

Die Daten sind Schätzwerte ohne Qualitätsangabe.

The official data are estimates. No uncertainty available.

4.5.5.3 Emissionsfaktoren

4.5.5.2 Emission factors

Methan

Methane

Einfacheres Verfahren:
 IPCC(1996)-3-4.47

Simpler methodology:
 IPCC(1996)-3-4.47

Die verwendeten Daten gehen aus der Legende der oben aufgeführten Gleichung hervor.

NMVOC

Keine Schätzung verfügbar

4.5.5.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\Go03.xls

4.5.5.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.5.5.6 *Tabellen zu Kapitel 4.5.5*

Emissionen: EM1005.15

Aktivitäten: AC1005.17

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.14

Zusätzliche Informationen: —

4.5.5.7 *Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten*

Deutschland benutzt den default-Faktor für kalte Gebiete. Die Vergleichsdaten sind in Tabelle 4.48 zusammengestellt.

The data used are listed in the caption of the above equation.

NMVOC

No estimate available

4.5.5.4 *Calculation file*

GAS_EM\Go03.xls

4.5.5.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.5.5.6 *Tables related to Chapter 4.5.5*

Emissions: EM1005.15

Activities: AC1005.17

Implied emission factors: IEF1005.14

Additional information: —

4.5.5.7 *Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries*

Germany used the default emission factors for cold regions. The data used for comparison are listed in Table 4.48.

Table 4.48

Intercomparison of implied emission factors regarding CH₄ from manure management of goats (submission 2005)

	<i>IEF</i> _{CH₄} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	0.12
Belgium	
Czech Republic	0.19
Denmark	0.26
Germany	0.12
France	0.18
Netherlands	2.16
Switzerland	
United Kingdom	0.12

Source: UNFCCC 2005, Table 4.B(a)

4.5.6 *Pferde* (SNAP 10 05 06, NFR 4B6)

4.5.6.1 *Rechenverfahren*

Pferde stellen keine Hauptquellgruppe dar. Das angewendete verbesserte Verfahren unterscheidet in diesem Teil des Inventars nicht zwischen Großpferden und Kleinpferden/Ponys.

Die Rechnungen bedienen sich folgender Beziehung:

4.5.6 *Horses* (SNAP 10 05 06, NFR 4B6)

4.5.6.1 *Calculation procedure*

Horses are not a key source. The simpler methodology applied differentiates between heavy and light horses in this part of the inventory.

The calculations make use of the following equation:

$$E_{\text{CH}_4, \text{ho}} = EF_{\text{CH}_4, \text{ho}} \cdot n_{\text{ho}}$$

where

$$EF_{\text{CH}_4, \text{ho}} = VS_{\text{ho}} \cdot \alpha \cdot B_{\text{o, ho}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{ho}}$$

and VS_{ho} default volatile solid excretion of horses ($VS_{\text{ho}} = 1.72 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
 $B_{\text{o, ho}}$ maximum methane capacity ($B_{\text{o, ho}} = 0.33 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)
 MCF_{ho} methane conversion factor for horses, cold region ($MCF_{\text{ho}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1}$)

4.5.6.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Die Tierzahlen werden wie in 4.4.6.2 beschrieben korrigiert.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Pferdezahlen beträgt angesichts der Tatsache, dass die Freizeitpferde praktisch nicht erfasst sind, größenordnungsmäßig 100 %. Der Fehler ist zum größeren Anteil systematisch.

4.5.6.3 Emissionsfaktoren

Methan

Einfacheres Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-3-4.47 ff (entwickelte Staaten, kalt) entnommen. Eine Differenzierung zwischen Großpferden und Ponys findet nicht statt. Einzelheiten sind in der Legende zur Gleichung angegeben.

NMVOG

Keine Schätzung:

Keine Emissionsfaktoren verfügbar.

4.5.6.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Ho03.xls

4.5.6.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.6.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.6

Emissionen: EM1005.18

Aktivitäten: AC1005.20

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.17

Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.61 bis AI1005PSH70

4.5.6.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 –vj 4

Uncertainty of activity data

Due to the fact that hobby horses are (almost) not counted, horse numbers have an uncertainty of about 100 %. Horse numbers are definitely biased.

4.5.6.3 Emission factors

Methane

Simpler methodology:

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(1996)-3-4.47 pp (developed countries, cold). Heavy and light horses are not differentiated. Relevant data are given in the captions of the equation used.

NMVOG

No estimate:

No emission factors available yet.

4.5.6. Calculation file

GAS_EM\Ho03.xls

4.5.6.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.5.6.6 Tables related to Chapter 4.5.6

Emissions: EM1005.18

Activities: AC1005.20

Implied emission factors: IEF1005.17

Additional information: AI1005PSH.61 to AI1005PSH70

4.5.6.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Die resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) der in Tabelle 4.49 berücksichtigten Ländern streuen erheblich. In Österreich und dem Vereinigten Königreich wurde offenbar der default-Wert von 1,4 kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄ herangezogen. Die deutschen Daten stimmen nur mit denen der Tschechischen Republik überein. Allerdings enthalten die deutschen Werte auch die CH-Emissionen aus Stroh, und diese sind von gleicher Größenordnung wie die aus den Exkrementen.

4.5.6.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

The Implied Emission Factors (IEF) in the countries considered vary considerably (Table 4.49). The default emission factor of 1.4 kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄ was obviously chosen in Austria and the UK. German data are only comparable to Czech data. However, the amount of CH₄ emitted from the bedding material equals that of the CH₄ from excreta.

Table 4.49

Intercomparison of implied emission factors regarding CH₄ from manure management of horses (submission 2005)

	<i>IEF</i> _{CH₄} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	1.4
Belgium	
Czech Republic	3.6
Denmark	1.7
Germany	3.6
France	2.1
Netherlands	
Switzerland	
United Kingdom	1.4

Source: UNFCCC 2005, Table 4.B(a)

4.5.7 Geflügel (SNAP 10 05 07 bis 10 05 09, NFR 4B9 und 4B10)

4.5.7.1 Rechenverfahren

Geflügel insgesamt stellt weder für CH₄ noch für NMVOC eine Hauptquellgruppe dar. Das angewendete einfachere Verfahren unterscheidet nicht zwischen einzelnen Unterkategorien. Gleichwohl werden die Emissionen für Legehennen, Masthähnchen und -hühnchen, Junghennen, Gänse, Enten und Puten getrennt berechnet. Für Gänse, Enten und Puten sind keine Emissionsfaktoren für NMVOC verfügbar.

Die verwendete Gleichung lautet:

$$E_{\text{CH}_4, \text{po}} = EF_{\text{CH}_4, \text{po}} \cdot n_{\text{po}}$$

where

$$EF_{\text{CH}_4, \text{po}} = VS_{\text{po}} \cdot \alpha \cdot B_{\text{o, po}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{po}}$$

and VS_{po} default volatile solid excretion of poultry ($VS_{\text{po}} = 0.10 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$)
 $B_{\text{o, po}}$ maximum methane capacity ($B_{\text{o, po}} = 0.32 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$)
 MCF_{po} methane conversion factor for poultry, cold region ($MCF_{\text{po}} = 0.01 \text{ kg kg}^{-1}$)

4.5.7 Poultry (SNAP 10 09 05 to 10 05 09, NFR 4B9 and 4B10)

4.5.7.1 Calculation procedure

Poultry is neither for CH₄ from manure management nor for NMVOC a key source. In principle, the simpler methodology applied does differentiate between the relevant subcategories. However, calculations are performed separately for laying hens, broilers, pullets, geese, ducks and turkeys. No method is available for NMVOC from geese, ducks and turkeys.

The equation used is:

Die NMVOC-Emissionen aus importiertem Geflügelkot werden aus den NH₃-Emissionen während der Ausbringung berechnet.

4.5.7.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Hauptmenge des Geflügels wird in großen Einheiten gehalten. Eine Änderung der Randbedingungen der Tierzählungen hat deshalb nur wenig Einfluss auf die Ergebnisse. Bei einem systematischen Fehler von etwa 5 % (Dämmgen, 2005) und einem statistischen Fehler von etwa 5 % erscheint es angemessen, einen Gesamtfehler von größenordnungsmäßig 10 % anzunehmen.

4.5.7.3 Emissionsfaktoren

Methan

Einfaches Verfahren:

Für alle Geflügelkategorien undifferenziert entsprechend IPCC(1996)-3-4.12 ff

$$EF_{\text{CH}_4} = 0,078 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$$

Zu Einzelheiten siehe die Legende zur verwendeten Gleichung.

NMVOC

Erste Schätzung:

nicht nach Tierkategorien differenziert. Emissionsfaktoren siehe. Tabelle 4.50.

Table 4.50

Emission factors relating NMVOC emissions to NH₃ emissions for poultry

species	EF_{NMVOC} in kg kg ⁻¹
dimethyl sulfide	0.12
dimethyl disulfide	0.54
dimethyl trisulfide	0.01
acetone	
acetic acid	
propanoic acid	
2-methyl propanoic acid	
butanoic acid	
2-methyl butanoic acid	
3-methyl butanoic acid	
pentanoic acid	
phenol	
4-methyl phenol	
3-ethyl phenol	
indole	
3-methyl indol	

Source: Hobbs et al. (2004)

NMVOC emissions are also calculated for poultry manure using the NH₃ emissions during application.

4.5.7.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 –vj 4

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 %.

4.5.7.2 Emission factors

Methane

Simpler methodology:

according IPCC(1996)-3-4.12, no differentiation with respect to animal categories

$$EF_{\text{CH}_4} = 0,078 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4$$

For details see the captions of the above equation

NMVOC

First estimate:

no differentiation with respect to animal categories, for emission factor see Table 4.50.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die zugrundeliegende Bestimmung der NH₃-Emissionen ist bei Geflügel mit einer Unsicherheit in der Größenordnung von mehr als 30 % behaftet. Angesichts der Tatsache, dass es sich bei dem angewendeten Verfahren zur Ableitung der NMVOC-Emissionen um eine erste Schätzung handelt, erscheint eine Unsicherheit von 60 % angemessen.

4.5.7.4 Arbeitsmappen

Legehennen: GAS_EM\Lh02.xls
 Masthühnchen und -hähnchen: GAS_EM\Br02.xls
 Junghennen: GAS_EM\Pu01.xls
 Gänse: GAS_EM\Ge01.xls
 Enten: GAS_EM\Du01.xls
 Puten: GAS_EM\Tu01.xls

4.5.7.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.7.6 Tabellen zu Kapitel 4.5.7

Emissionen: EM1005.19 bis EM1005.26,
 EM1005.46 bis EM1005.48, EM1005.72 bis
 EM1005.74, EM1005.98 bis EM1005.103
 Aktivitäten: AC1005.21 bis AC1005.27
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.18 bis
 IEF1005.24, IEF1005.41 bis IEF1005.43,
 IEF1005.62 bis IEF1005.64, IEF1005.83 bis
 IEF1005.88
 Zusätzliche Informationen: AI1005POU.01 to
 AI1005POU.26

4.5.7.7 Vergleich von resultierenden Emissionsfaktoren (IEF) mit denen benachbarter Staaten

Von den betrachteten Staaten haben vier den default-Faktor für Geflügel verwendet (0,078 kg Platz⁻¹ a⁻¹ CH₄ (Tabelle 4.51). Die Abweichungen von diesem Wert nach unten und oben sind erheblich, entziehen sich aber der Deutung.

Uncertainty of emission factors

The assessment of NMVOC presupposes the knowledge of NH₃ emissions. For poultry, these have an uncertainty above 30 %. Due to the fact that the NMVOC emissions are quantified using a first estimate, it seems justified to assume an overall uncertainty of 60 % for these emissions.

4.5.7.4 Calculation files

laying hens: GAS_EM\Lh02.xls
 broilers: GAS_EM\Br02.xls
 pullets: GAS_EM\Pu01.xls
 geese: GAS_EM\Ge01.xls
 ducks: GAS_EM\Du01.xls
 turkeys: GAS_EM\Tu01.xls

4.5.7.5 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.5.7.6 Tables related to Chapter 4.5.7

Emissions: EM1005.19 to EM1005.26,
 EM1005.46 to EM1005.48, EM1005.72 to
 EM1005.74, EM1005.98 to EM1005.103
 Activities: AC1005.21 to AC1005.27
 Implied emission factors: IEF1005.18 to
 IEF1005.24, IEF1005.41 to IEF1005.43,
 IEF1005.62 to IEF1005.64, IEF1005.83 to
 IEF1005.88
 Additional information: AI1005POU.01 to
 AI1005POU.26

4.5.7.7 Intercomparison of implied emission factors (IEF) with those in neighbouring countries

Four of the countries listed in Table 4.51 used the default emission factor of 0.078 kg place⁻¹ a⁻¹ CH₄. The deviations from this value – as well to higher as to lower values – cannot be explained.

Table 4.51
 Intercomparison of implied emission factors regarding CH₄ from manure management of poultry (submission 2005)

	<i>IEF</i> _{CH₄} in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
Austria	0.08
Belgium	
Czech Republic	0.02
Denmark	0.015
Germany	0.08
France	0.12
Netherlands	0.08
Switzerland	
United Kingdom	0.08

Source: UNFCCC 2005, Table 4.B(a)

4.5.8 Pelztieri

Für Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftdünger-Management von Pelztieren wird bei IPCC(1996)-3-4.10 kein Verfahren angegeben.

4.5.9 Büffel

4.5.9.1 Rechenverfahren

Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Büffeln sind keine Hauptquellgruppe. Angewendet wird daher das verbesserte Verfahren gemäß:

$$E_{\text{CH}_4, \text{bu}} = EF_{\text{CH}_4, \text{bu}} \cdot n_{\text{bu}}$$

with

$$EF_{\text{CH}_4, \text{bu}} = VS_{\text{bu}} \cdot \alpha \cdot B_{o, \text{bu}} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot MCF_{\text{bu}}$$

where *VS_{bu}* default volatile solid excretion of buffalo (*VS_{bu}* = 3.9 kg animal⁻¹ d⁻¹)
B_{o, bu} maximum methane capacity (*B_{o, bu}* = 0.10 m³ kg⁻¹ CH₄)
MCF_{bu} methane conversion factor for buffalo, cold region (liquid systems: *MCF_{bu}* = 0.24 kg kg⁻¹; straw based systems and pasture: *MCF_{bu}* = 0.01 kg kg⁻¹)

4.5.9.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

Erhebung Deutscher Büffel-Verband

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Jeder einzelne Büffel ist erfasst.

4.5.9.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

IPCC(1996)-3-4.10

Default-Wert IPCC(1996)-3-4.13 für Westeuropa, kalte Region:

$$EF_{\text{CH}_4} = 3 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4.$$

4.5.8 Fur animals

For methane emissions from fur animals due to manure management, IPCC(1996)-3-4.10 does not provide a methodology.

4.5.9 Buffalo

4.5.9.1 Calculation procedure

Methane emissions from buffalo due to manure management are not a key source. The improved methodology s applied:

4.5.9.2 Activity data

Animal numbers:

German Buffalo Society, private communication

Uncertainty of activity data

Each single buffalo is counted.

4.5.9.3 Emission factors

Simpler methodology:

IPCC(1996)-3-4.10

Default value IPCC(1996)-3-4.13 for Western Europe, cold region:

$$EF_{\text{CH}_4} = 3 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4.$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren
laut IPCC(1996)-3-10: $\pm 20\%$

4.5.9.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\Bu02.xls

4.5.9.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Bundesländer, 1 Jahr

4.5.9.6 *Tabellen zu Kapitel 4.5.6*

Emissionen: EM1005.27

Aktivitäten: AC1005.29

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1005.25

Zusätzliche Informationen: —

Uncertainty of emission factor
according to IPCC(1996)-3-10: $\pm 20\%$

4.5.9.4 *Calculation file*

GAS_EM\Bu02.xls

4.5.9.5 *Resolution in space and time*

Federal States, 1 year

4.5.9.6 *Tables related to Chapter 4.5.6*

Emissions: EM1005.27

Activities: AC1005.29

Implied emission factors: IEF1005.25

Additional information: —

4.6 Pestizide und Düngekalk (SNAP 10 06 00, NFR 4G, 5D)

4.6.1 Pestizide

Pestizide werden unter dem Gesichtspunkt des POPs-Protokolls erfasst. Dabei sind nur die Emissionen ausgewählter Pestizide berichtspflichtig.

4.6.1.1 Rechenverfahren

Die Emissionen werden direkt auf die ausgebrachten Mengen bezogen. Die Emissionsfaktoren sind dampfdruckabhängig und werden entsprechend klassiert.

$$E_{\text{pest}} = \sum_i m_{\text{pest}, i} \cdot EF_{\text{pest}, i}$$

where E_{pest} total emission of pesticides (in Mg a⁻¹)
 m_{pest} mass of individual pesticide applied (Mg a⁻¹)
 EF_{pest} emission factor for individual pesticide (kg kg⁻¹)

4.6.1.2 Aktivitätsdaten

Verkaufte Produktmengen:

Angaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Folgenabschätzungen im Pflanzenschutz, Klein-Machnow

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Angaben basieren auf freiwilligen Mitteilungen der Produzenten. Unsicherheiten werden nicht angegeben.

4.6.1.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Das bei EMEP(2003)-B1060-3 beschriebene Verfahren benutzt die in Tabelle 4.52 genannten Emissionsfaktoren.

Table 4.52
Emission factors for pesticides

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

4.6 Pesticides and Limestone (SNAP 10 06 00, NFR 4G, 5D)

4.6.1 Pesticides

Pesticides are considered with respect to the POPs protocol. Only the emissions of a limited number of pesticides have to be reported.

4.6.1.1 Calculation procedure

Emissions are directly related to the amounts applied. Emission factors depend on the vapour pressure of the respective compounds and are classified accordingly.

4.6.1.2 Activity data

Quantities sold:

communicated by Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), Institute for Technology Assessment in Plant Protection, Klein Machnow

Uncertainty of activity data

Activity data are communicated voluntarily by the producers. Uncertainties are not reported.

4.6.1.3 Emission factors

Simpler methodology:

The methodology described in EMEP(2003)-B1060-3 uses the emission factors listed in Table 4.52.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2003)-B-1060-8 schlägt vor, eine Unsicherheit von 200 bis 500 % anzunehmen.

4.6.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesrepublik, 1 Jahr

4.6.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.6.1

Emissionen: EM1006.01

Aktivitäten: AC1006.01

Resultierende Emissionsfaktoren: —

Zusätzliche Informationen: —

4.6.2 Düngekalk

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.

4.6.2.1 Rechenverfahren

Das Rechenverfahren bestimmt mit Hilfe der stöchiometrischen Rechnung die langfristig freigesetzte CO₂-Menge.

$$E_{\text{lime}} = \sum_1^i m_{\text{lime},i} \cdot EF_{\text{lime},i}$$

where E_{lime} total emission of C or CO₂ from liming (in Mg a⁻¹)
 m_{lime} mass of individual liming agent applied (Mg a⁻¹)
 EF_{lime} emission factor (carbon conversion factor) for individual liming agent (kg kg⁻¹)

4.6.2.2 Aktivitätsdaten

Verkaufte Produktmengen nach StatBA FS 4, R 8.2, für jedes Jahr

In der deutschen Statistik werden alle kalkhaltigen Dünger und Magnesiumcarbonate als CaO berichtet.

Für die Jahre 1990 bis 1993 lagen für die Neuen Bundesländer Angaben über Düngemittel nur als Summe der verkauften Düngekalk-Mengen, angegeben als CaO, für das Jahr 1990 vor (Statistisches Bundesamt, 1993). Die jährlichen Verbrauchsmengen für 1991 bis 1993 wurden geschätzt. Die auf die einzelnen Bundesländer entfallenden Teilmengen wurden anhand eines

Uncertainty of emission factors

EMEP(2003)-B-1060-8 suggests an uncertainty of 200 to 500 %.

4.6.1.4 Calculation file

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.1.5 Resolution in space and time

National total, 1 year

4.6.1.6 Tables related to Chapter 4.6.1

Emissions: EM1006.01

Activities: AC1006.01

Implied emission factors: —

Additional information: —

4.6.2 Limestone

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 fertilizer are included accordingly.

4.6.2.1 Calculation procedure

The calculation procedure assesses the long-term release of CO₂ according to the stoichiometric fraction.

4.6.2.2 Activity data

Quantities sold according to StatBA FS 4, R 8.2, for each year

All liming agents including magnesium carbonate are reported as CaO in the German statistics.

For the period from 1990 to 1993, the only data available for the New Länder was the total of limestone sold in 1990, given as CaO (Statistisches Bundesamt, 1993). The annual amounts for 1991 to 1993 are expert guesses. The detailed distribution data for 1994 were used to assign subtotals to the New Länder (Brandenburg: 30 %, Mecklenburg-Vorpommern: 20 %, Sachsen-An-

Schlüssels berechnet, der aus den Verteilungen nach 1994 gewonnen wurde (Brandenburg: 30 %, Mecklenburg-Vorpommern: 20 %, Sachsen-Anhalt: 14 %, Sachsen: 25 %, Thüringen: 6 %).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.53 zusammengestellt.

halt: 14 %, Sachsen: 25 %, Thüringen: 6 %).

The results are listed in Table 4.53.

Table 4.53

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

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Angaben zu Unsicherheiten existieren nicht.

Uncertainty of activity data

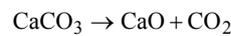
There are no data concerning the uncertainty.

4.6.2.3 *Emissionsfaktoren*

Einfacheres Verfahren:

Das bei EMEP(2003)-B1060-6 angegebene Verfahren ist gleichzeitig das bestmögliche Verfahren

In Deutschland werden die relevanten Mengen als CaO angegeben. Nach der formalen Beziehung



lässt sich ein Emissionsfaktor EF_{CaO} von 44/56 ermitteln.

Die CO₂-Emissionen aus Kalkammonsalpeter werden in der Annahme berechnet, dass der Gewichtsanteil von CaCO₃ etwa 0,40 kg kg⁻¹ beträgt.

4.6.2.3 *Emission factors*

Simpler methodology:

The procedure given in EMEP(2003)-B1060-6 is also the best approach possible.

In Germany the relevant activities are reported as CaO. According to the formal relation

an emission factor $EF_{\text{CaO}} = 44/56$ can be deduced.

The CO₂ emissions from calcium ammonium nitrate are calculated assuming that the CaCO₃ content is 0.40 kg kg⁻¹.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Der Emissionsfaktor ist per Definition exakt.

Uncertainty of emission factor

By definition, the emission factor is exact.

4.6.2.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.2.4 *Calculation file*

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.2.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Bundesländer, 1 Jahr

4.6.2.5 *Resolution in space and time*

Federal States, 1 year

4.6.2.6 *Tabellen zu Kapitel 4.6.2*

Emissionen: EM1006.02
Aktivitäten: AC1006.02 bis AC1006.04
Resultierende Emissionsfaktoren: —
Zusätzliche Informationen: —

4.6.2.6 *Tables related to Chapter 4.6.2*

Emissions: EM1006.02
Activities: AC1006.02 to AC1006.04
Implied emission factors: —
Additional information: —

[4.7 Bewirtschaftete Laubwälder (wird unter SNAP97 code 111100 behandelt)]

[4.7 Managed deciduous forests (moved to SNAP97 code 111100)]

[4.8 Bewirtschaftete Nadelwälder (wird unter SNAP97 code 111200 behandelt)]

[4.8 Managed coniferous forests (moved to SNAP97 code 111200)]

4.9 Emissionen aus der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

II. Stickstoff-Verbindungen

(SNAP 100900, NFR 4B)

Die Emissionen stickstoffhaltiger Spezies aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Tierhaltung sind bei EMEP/CORINAIR (2003) unter SNAP 10 09 zusammengefasst.

Die Emissionsraten werden aufgeteilt nach Tierkategorien berechnet (SNAP 100901, 100902, ff).

Die in den Arbeitsblättern (calculation und output) angegebenen partiellen Emissionsfaktoren beziehen sich stets auf die ausgeschiedene Menge N im System, in den meisten Fällen jedoch auch auf TAN (Total ammoniacal nitrogen).

Die Emissionsdichten werden in den meisten Fällen für einzelne Landkreise berechnet. Jeder Landkreis wird dabei so behandelt, als wäre er ein einziger Betrieb, auf dem alle jeweils möglichen Verfahren zur Haltung, Lagerung usw. gleichzeitig und nebeneinander durchgeführt werden.

Das Verfahren selbst ist in Abbildung 4.12 illustriert: Zur Berechnung der Emissionen von NH₃, N₂O, NO und N₂ wird das angegebene Flusschema auf jede Tierkategorie 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, 2005)

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., 2006).

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

4.9 Emissions from housing, manure storage and spreading in animal agriculture.

II. Nitrogen compounds

(SNAP 100900, NFR 4B)

According to the 3rd edition of the Guidebook, emissions arising from manure management are dealt with in chapter 10 09. The respective calculation files have been renamed accordingly.

Emission rates are determined for the relevant animal categories (SNAP 100901, 100902, etc).

The partial emission factors given in the respective calculation and output sheets relate emissions to the amount of N excreted in the system, however, in most cases also to TAN (Total ammoniacal nitrogen).

In most cases, emission densities are determined for each single rural district (Landkreis). Each district is treated as a single farm, where all potential management systems (housing, storage etc.) are existing simultaneously and in parallel.

A method for estimating annual NH₃, N₂O, NO and N₂ emissions from a particular type of animal using the N flow system is shown in Figure 4.12. 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, 2005).

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 standardized data sets for the input variables were used (Reidy et al., 2006).

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.

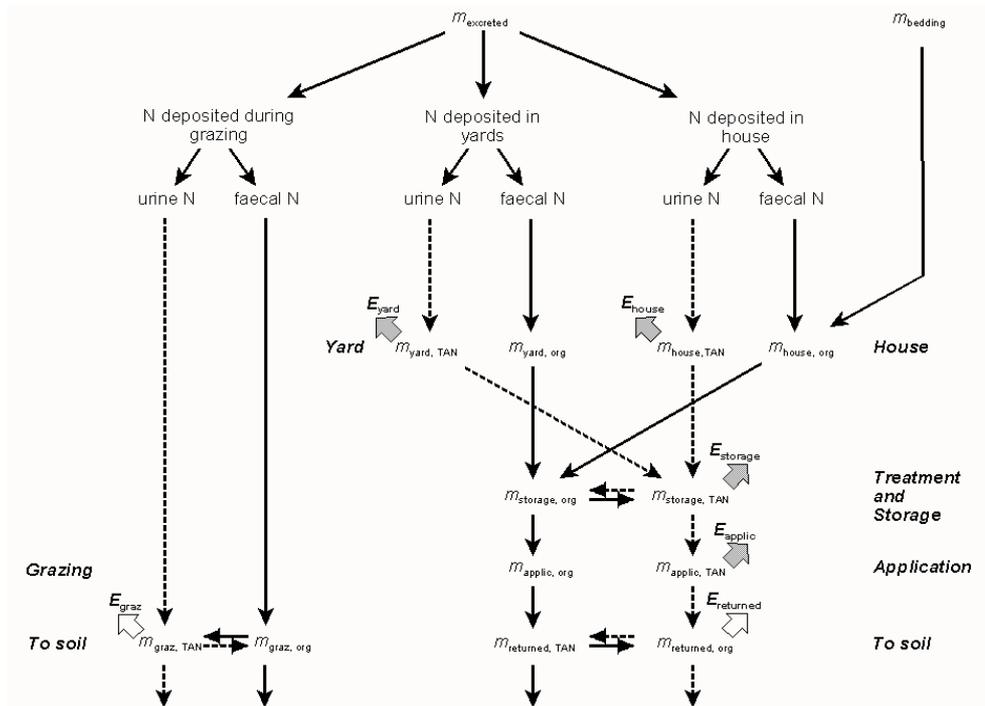


Figure 4.12

N flows in an animal subcategory. m mass from which emissions may occur. Narrow broken arrows: TAN; narrow continuous arrows: organic N. The horizontal arrows denote the process of immobilization in systems with bedding occurring in the house, and the process of mineralization 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.

Schritt 2 besteht in der Ermittlung der N-Ausscheidung der Tiere (m_{excreted}).

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

$$\begin{aligned} m_{\text{graz}} &= x_{\text{graz}} \cdot m_{\text{excreted}} \\ m_{\text{yard}} &= x_{\text{yard}} \cdot m_{\text{excreted}} \\ m_{\text{house}} &= x_{\text{house}} \cdot m_{\text{excreted}} \end{aligned}$$

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

$$m_{\text{graz, urine}} = x_{\text{urine}} \cdot m_{\text{graz}}$$

Step 2 is the calculation of the total annual excretion of N by the animals (m_{excreted}).

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 proportions 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.

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

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

$$m_{\text{yard, urine}} = x_{\text{urine}} \cdot m_{\text{yard}}$$

$$m_{\text{house, urine}} = x_{\text{urine}} \cdot m_{\text{house}}$$

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

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

In *Schritt 5* wird der Anteil von TAN und N_{org} in den unterschiedlichen N-haltigen Ausscheidungen berechnet. Dabeio wird davon ausgegangen, dass auf der Weide und auf befestigten Flächen TAN und Urin-N gleichgesetzt werden können ($m_{\text{graz, TAN}} = m_{\text{graz, urine}}$, $m_{\text{graz, org}} = m_{\text{graz, faeces}}$, usw.) und dass der N_{org} im Kot gebunden ist. Im Stall muss berücksichtigt werden, dass mit der Einstreu weiterer Stickstoff (in der Regel zunächst als N_{org}) hinzukommt.

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

$$m_{\text{house, org}} = m_{\text{house, faeces}} + m_{\text{bedding}}$$

Schritt 6 berechnet die NH_3 -Verluste im Stall E_{house} , indem die TAN-Menge mit dem Emissionsfaktor für den Stall $EF_{\text{house, TAN}}$ multipliziert wird:

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

$$E_{\text{house}} = m_{\text{house, TAN}} \cdot EF_{\text{house}}$$

Dieser Emissionsfaktor kann einen Mindefaktor bzw. eine –funktion für technische Maßnahmen enthalten, die eine Verringerung der NH_3 -Emissionen aus dem Gebäude bewirken (Abluftreinigungssysteme). Die NH_3 -Freisetzung im Stall kann sich von der NH_3 -Freisetzung aus dem Stall unterscheiden.

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

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

Step 7 is to calculate the amounts of N_{org} and TAN ($m_{\text{storage, org}}^*$ and $m_{\text{storage, TAN}}^*$) that pass to the manure storage, remembering to subtract the NH_3 emission from the animal house and yards.

$$m_{\text{storage, org}}^* = m_{\text{house, org}}$$

$$m_{\text{storage, TAN}}^* = m_{\text{house, TAN}} - E_{\text{house}}$$

In *Schritt 8* werden die TAN-Mengen berechnet, die zu Emissionen aus dem Lager führen. Dabei wird die N-Menge bestimmt, die durch Mineralisation von N_{org} zu TAN wird, ebenso die TAN-Menge, die in C-reichen Systemen (d.h. Systemen mit hinreichender Einstreu) zu N_{org} werden.

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

Die modifizierten Stoffmengen $m_{\text{storage, org}}$ und $m_{\text{storage, TAN}}$ werden dann zur Berechnung der Emissionen verwendet:

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

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

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

In *Schritt 9* werden die Emissionen von NH_3 , N_2O , NO und N_2 unter Verwendung der entsprechenden Emissionsfaktoren EF_{storage} und $m_{\text{storage, TAN}}$ berechnet.

Step 9 is to calculate the emissions of NH_3 , N_2O , NO and N_2 (using the respective emission factors EF_{storage}) and $m_{\text{storage, TAN}}$.

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

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

Die Emissionsfaktoren für N₂O werden aus den IPCC-Richtlinien übernommen. Sie beziehen sich allerdings auf Gesamt-N (N_{total}) und müssen auf TAN umgerechnet werden.

The emission factors for N₂O are taken from IPCC guidance documents and related to N_{total}. They are converted into TAN related factors.

$$EF_{\text{N}_2\text{O, TAN}} = EF_{\text{N}_2\text{O, Ntot}} \cdot \frac{m_{\text{storage, Ntot}}}{m_{\text{storage, TAN}}}$$

Die NO- und N₂-Emissionsfaktoren sind von den N₂O-Emissionsfaktoren abgeleitet und werden entsprechend behandelt.

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

$$EF_{\text{storage, N}_2\text{O}} = EF_{\text{storage, NO}} = \frac{1}{3} \cdot EF_{\text{storage, N}_2}$$

Dabei kann es geschehen, dass die Summe dieser Emissionsfaktoren und des von NH₃ 1 überschreitet. In diesem Fall müssen die Emissionsfaktoren linear reduziert werden ($EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}^*$ etc.). Das gesamte TAN im Lager wird „aufgebraucht“.

However, it may happen that the sum of these emission factor and that of NH₃ exceeds 1, in which case all emission factors have to be reduced linearly ($EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}^*$ etc.). All TAN is then consumed during storage.

$$\text{if } EF_{\text{storage, N}_2\text{O}} + EF_{\text{storage, NO}} + EF_{\text{storage, N}_2} + EF_{\text{storage, NH}_3} > 1$$

$$\text{then } EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}^* = \frac{EF_{\text{storage, N}_2\text{O}}}{EF_{\text{storage, N}_2\text{O}} + EF_{\text{storage, NO}} + EF_{\text{storage, N}_2} + EF_{\text{storage, NH}_3}}$$

Im *Schritt 10* werden unter Berücksichtigung der emittierten Mengen an NH₃, N₂O, NO und N₂ die N_{org}- und TAN-Mengen berechnet, die zur Ausbringung gelangen ($m_{\text{applic, org}}$ and $m_{\text{applic, TAN}}$):

Step 10 is to calculate the organic N and TAN ($m_{\text{applic, org}}$ and $m_{\text{applic, TAN}}$) that is applied to the field, remembering to subtract the emissions of NH₃, N₂O, NO and N₂ from the storage:

$$m_{\text{applic, org}} = m_{\text{storage, org}}$$

$$m_{\text{applic, TAN}} = m_{\text{storage, TAN}} - E_{\text{storage}}$$

Im *Schritt 11* werden unter Verwendung von EF_{applic} und $m_{\text{applic, TAN}}$ die NH₃-Emissionen berechnet, die sich unmittelbar nach der Ausbringung ereignen.

Step 11 is to calculate the emission of NH₃ during and immediately after field application, using an emission factor EF_{applic} combined with $m_{\text{applic, TAN}}$.

$$E_{\text{applic}} = m_{\text{applic, TAN}} \cdot EF_{\text{applic}}$$

Im *Schritt 12* schließlich werden die Mengen an N berechnet, die in den Boden gelangen ($m_{\text{returned, org}}$ und $m_{\text{returned, TAN}}$) und für die Berechnungen der Emissionen aus Böden benötigt werden.

Step 12 is to calculate the amount of N returned to soil ($m_{\text{returned, org}}$ and $m_{\text{returned, TAN}}$) (to be used in calculations of emissions from soil).

Diese Berechnungen müssen für jede Tierunterkategorie einzeln durchgeführt werden.

These calculations have to be repeated for each homogeneous animal subcategory.

4.9.1 *Milchkühe (SNAP 100901, NFR 4B1a)*

„Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

4.9.1.1 *Rechenverfahren*

Ammoniak-Emissionen aus der Haltung von Milchkühen sind eine Hauptquellgruppe (EMEP, 2005). Die Emissionen von Distickstoffoxid aus der Tierhaltung insgesamt werden nicht als Hauptquellgruppe eingestuft (UBA, 2005)

Das Rechenverfahren setzt die unter Kapitel 4.9 eingangs genannten Gleichungen ein.

4.9.1.2 *Aktivitätsdaten*

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Tierzahlen können ohne Änderungen aus den offiziellen Tierzählungsdaten übernommen werden.

4.9.1 *Dairy Cows (SNAP 100901, NFR 4B1a)*

“Dairy cows” comprise lactating cows and cows in calf.

4.9.1.1 *Calculation procedure*

Ammonia emissions from manure management of dairy cattle are a key source (EMEP, 2005). Emissions of nitrous oxide from animal husbandry as a whole are no key source (UBA, 2005).

The calculation procedure uses the equations given above (Chapter 4.9).

4.9.1.2 *Activity data*

Animal numbers:

StatLA C III 1 –vj 4

Animal numbers can be taken from the official census data without changes.

$$n_{dc} = n_j$$

where n_{dc} number of dairy cows considered
 n_j animal numbers of type J (etc.) in the German census (see Table 4.8)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit beträgt 4 bis 5 % (siehe Dämmgen, 2005).

4.9.1.3 *Ableitung der Emissionsfaktoren*

Berechnung der N-Ausscheidungen mit Kot und Harn

Das hier verwendete dänische Verfahren leitet Standard-Werte aus Experimenten und Energiebilanz-Erwägungen ab. Das Verfahren ist bei Poulsen und Kristensen (1998) und Poulsen et al. (2001) ausführlich beschrieben.

Dem Verfahren liegt die folgende Beziehung zugrunde:

$$m_{\text{feed}} - m_g - m_{\text{calf}} - m_{\text{milk}} = m_{\text{urine}} + m_{\text{faeces}}$$

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

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

Uncertainty of activity data

The uncertainty amounts to 4 to 5 % (see Dämmgen, 2005).

4.9.1.3 *Derivation of emission factors*

Calculation procedure to derive N excretions with faeces and urine

The Danish methodology used in his inventory relates standard values obtained from experiments with energy balance considerations. It is documented in detail by Kristensen (1998) and Poulsen et al. (2001).

The basis equation is:

The methodology is not based on the energy and protein demand of the cows (as in GfE, 2001) but rather on feeding experiments and analyses of

che und die Datensätze, die aus praktischen Erhebungen auf Milchvieh-Betrieben gewonnen wurden (Danish Periodic Feed Control). Die Energiebezugsgröße ist dabei SFU (Scandinavian Feed Unit). 1 SFU entspricht etwa 12 MJ ME.

Die N-Aufnahme mit dem Futter m_{feed} wird aus der Standardenergie der Nahrung wie folgt berechnet:

$$m_{\text{feed}} = SE_{\text{feed}} \cdot x_{\text{XP}} \cdot x_{\text{N}}$$

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

with $SE_{\text{feed}} = SE_{\text{m}} + SE_{\text{l}} + SE_{\text{p}} + SE_{\text{g}}$

where SE standard energy (in SFU)
 SE_{m} standard energy required for maintenance
 SE_{l} standard energy required for lactation
 SE_{p} standard energy required for foetus growth
 SE_{g} standard energy required for growth

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

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

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

Die Berechnung der Standard-Unterhaltungsenergie, SE_{m} , setzt die Kenntnis des Lebendgewichts voraus. Dieses lässt sich aus dem Schlachtkörpergewicht (siehe Tabelle 4.6) ableiten.

$$SE_{\text{m}} = \left(\frac{w}{i} + j\right) \cdot \alpha \cdot k$$

where w animal weight (in kg animal⁻¹)
 i specific weight per unit of standard energy required ($i = 200 \text{ kg animal}^{-1}$)
 j constant ($j = 1.5$)
 α time conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
 k specific energy consumption ($k = 1.1 \text{ SFU kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$)

Die Standard-Laktationsenergie wird aus Milchleistung und Milchzusammensetzung berechnet. Daten zum Milchfettgehalt und zum

data provided by the Danish Periodic Feed Control conducted on cattle farms in practice. The basis energy unit used is the Scandinavian Feed Unit (SFU), which is named “standard energy” (SE) in this document. 1 SFU is approximately equivalent to 12 MJ ME.

Nitrogen intake with feed m_{feed} is obtained from the standard energy in feed according to

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

The standard energy required for maintenance SE_{m} presupposes knowledge of the mean animal weight. Animal weights are available as carcass weights (see Table 4.6), from which live weights can be derived.

The standard energy required for lactation SE_{l} is derived from milk yield and composition. In Germany, data on milk fat content and milk pro-

Milchweißgehalt sind in Deutschland für Bundesländer verfügbar (Tabellen 4.5 und 4.53).

tein content are available for single Federal States (Tables 4.5 and 4.53).

$$SE_l = g \cdot Y_{m,corr} + h \cdot Y_{m,corr}^2$$

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

with
$$Y_{m,corr} = Y_m \cdot \frac{c \cdot x_{fat} + d \cdot x_{mP} + e}{f}$$

where Y_m annual milk yield (in kg animal⁻¹ a⁻¹)
 c constant ($c = 0.00383$)
 x_{fat} fat content of milk (in kg kg⁻¹)
 d constant ($d = 0.00242$)
 x_{mP} protein content of milk (in kg kg⁻¹)
 e constant ($e = 0.7832$)
 f constant ($f = 3.14$)

Table 4.53
Protein content of milk (in % of mass) (statistical data)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
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		
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		
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		
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		
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		
NS	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		
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		
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		
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		
SA		3.40	3.42	3.48	3.46	3.49	3.50	3.47	3.47	3.45	3.45	3.45	3.43		
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		
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		
Stadtstaaten															
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		

Source: ZMP Milch, various years

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

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

Die Standarenergie für Wachstum SE_g wird aus der gewichtszunahme abgeleitet:

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

$$SE_g = \Delta w \cdot c_{SEg}$$

where SE_g standard energy for growth (in SFU animal⁻¹ a⁻¹)
 Δw weight gain (in kg animal⁻¹ a⁻¹)
 c_{SEg} specific energy consumption for growth ($c_{SEg} = 4.0$ SFU kg⁻¹)

Die mit der Milch ausgeschiedene N-Menge m_l ist eine Funktion der Milchleistung und des N-Gehaltes der Milch:

The amount of nitrogen excreted with milk m_l is a function of milk yield and nitrogen content of the milk.

$$m_l = Y_m \cdot x_{p,milk} \cdot x_{N,milk}$$

where $x_{p,milk}$ protein content of milk (in kg kg⁻¹ protein)
 $x_{N,milk}$ nitrogen content of milk protein ($x_{N,milk} = 1/6.38$ kg kg⁻¹ N)

Die im Körper gebundenen N-Menge m_g wird aus der Gewichtszunahme und dem mittleren N-Gehalt der Kuh berechnet.

The amount of nitrogen retained in the cow's body m_g is calculated from the weight gain and the mean nitrogen content of the cow.

$$m_g = \Delta w \cdot x_{N,cow}$$

where $x_{N,cow}$ nitrogen content of (whole) cow ($x_{N,cow} = 0.0256$ kg kg⁻¹ N)

Für ausgewachsene Tiere kann diese Menge praktisch auf null gesetzt werden.

For adult cows, this term can be assumed to be close to zero.

Mit der Geburt eines Kalbs wird N ausgeschieden. Dieser Betrag m_p ist eine Funktion des Geburtsgewichts des Kalbs und seines N-Gehaltes:

The birth of the calf results in an export of nitrogen exported. The amount lost m_p is a function of the weight of the calf and its nitrogen content:

$$m_p = n_{calf} \cdot w_{calf} \cdot x_{N,calf}$$

where n_{calf} number of calves (in animal a⁻¹)
 w_{calf} weight of calf (in kg animal⁻¹)
 $x_{N,calf}$ nitrogen content of the (whole) calf ($x_{N,calf} = 0.0296$ kg kg⁻¹ N)

Unter Voraussetzung des Massenerhalts kann dann die N-Ausscheidung berechnet werden:

Mass conservation then allows the amount of nitrogen excreted to be assessed:

$$m_{ex} = m_{feed} - (m_l + m_g + m_{calf})$$

und anschließend nach Kot- und Urin-N disaggregiert werden. Dabei wird die Standardenergie für das Futter und sein Trockenmasse-Gehalt benötigt. Die mit dem Kot ausgeschiedene N-Menge wird über folgende Regression bestimmt:

which can be disaggregated in the faeces and urine fractions using information on the amount and standard energy taken in by the animal and the dry matter content of feeds. The nitrogen excreted with faeces $m_{ex, faeces}$ is determined using a regression approach:

$$m_{ex,faeces} = \alpha \cdot \left(p \cdot \frac{m_{feed}}{\alpha} + q \cdot \frac{DM}{\alpha} + r \cdot \left(\frac{DM}{\alpha} \right)^2 \right) \cdot x_N$$

where p constant ($p = 40$)
 DM dry matter intake (in kg animal⁻¹ a⁻¹)
 q constant ($q = 20$)
 r constant ($r = 1.8$ kg⁻¹ animal a)
 x_N nitrogen content of crude protein ($1/6.25$ kg kg⁻¹ N)

with

$$DM = \frac{SE}{c_{SE,DM}}$$

where SE total standard energy intake (in SFU animal⁻¹ a⁻¹)
 $c_{SE,DM}$ specific SE content of feed dry matter (SFU kg⁻¹)

Die mit dem Urin ausgeschiedene N-Menge $m_{ex, urine}$ wird als Restglied angesehen. N-Verluste mit Schweiß oder der Atemluft werden dabei als vernachlässigbar angesehen. Die trifft in der Praxis auch zu.

Finally, the amount of nitrogen excreted with urine $m_{ex, urine}$ is the remainder, if other nitrogen losses (with breath or sweat) can be excluded, which is true in practice:

$$m_{\text{ex,urine}} = m_{\text{ex}} - m_{\text{ex,faeces}}$$

Das Verhältnis x_{TAN} von TAN zu N_{total} wird damit zur Variablen ($0.5 < x_{\text{TAN}} < 0.65$).

Partielle Emissionsfaktoren „Stall und Weide“

Die Anteile der Ausscheidungen werden auf die Aufenthaltsdauer im Stall bzw. auf der Weide bezogen. Auf der Weide wird zwischen einem ganztägigen Aufenthalt auf der Weide und einem 10-stündigen Aufenthalt unterschieden.

Die Anteile der Tiere, die in einer der beiden Formen geweidet werden, wird für aus Agrarstatistikdaten mit RAUMIS berechnet.

Die Schätzung der Weidetage basieren NICHT auf Modellkreisbefragungen, sondern auf Daten des KTBL zu Vegetationsablauf und Arbeitsphasen im Pflanzenbau.

Die Ausscheidungen, die die Tiere während des Melkens auf planbefestigten Oberflächen absetzen, werden hinsichtlich der Emissionsfaktoren wie Ausscheidungen im Boxenlaufstall betrachtet. Deren Menge entspricht nicht der 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. Das entspricht einer effektiven Melkdauer von $3,5 \text{ h d}^{-1}$.

The ratio x_{TAN} of TAN to total nitrogen becomes a variable ($0.5 < x_{\text{TAN}} < 0.65$).

Partial emission factors “housing and grazing”

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.

The percentage of animals, which are grazed in either form, is deduced from agricultural census data using RAUMIS.

The assessment of the duration of the grazing period are NOT obtained from a model, but based upon KTBL data describing vegetation properties and work routines in plant production.

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. The increased activity of the animals is taken into account by assuming that the cows drop about 15 % of their excreta before, during and after milking. Thus, the “effective duration” of milking is $3,5 \text{ h d}^{-1}$.

$$x_{\text{excr, graz}} = \frac{t_{\text{graz}}}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} \cdot [x_{\text{graz, 1}} \cdot (\delta - t_{\text{milk}} - t_{\text{yards}}) + x_{\text{graz, 2}} \cdot t_{\text{graz, 2}}] \cdot \frac{1}{\delta}$$

where	$x_{\text{excr, graz}}$	fraction of excreta dropped during grazing (in kg kg^{-1})
	t_{graz}	time spent grazing (in d a^{-1})
	α	time constant ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
	$x_{\text{graz, 1}}$	fraction of animals grazing all day
	δ	time constant ($\delta = 24 \text{ h d}^{-1}$)
	t_{milk}	time spent in milking parlour (in h d^{-1})
	t_{yards}	time spent in yards (in h d^{-1})
	$x_{\text{graz, 2}}$	fraction of animals grazing part of the day
	$t_{\text{graz, 2}}$	time spent grazing (in h d^{-1})

$$x_{\text{yard}} = \frac{t_{\text{yard}}}{\delta}$$

where	x_{yard}	fraction of excreta dropped in yards (in kg kg^{-1})
-------	-------------------	--

$$x_{\text{house}} = 1 - (x_{\text{graz}} + x_{\text{yards}})$$

where	x_{house}	fraction of excreta dropped in the house (in kg kg^{-1})
-------	--------------------	--

Der NH_3 -Emissionsfaktor für Weidegang EF_{graz} beträgt $0,075 \text{ kg kg}^{-1}$ des ausgeschiedenen N (Döhler et al. 2002, aktualisiert nach Misselbrook 2001).

The NH_3 emission factor for grazing is 0.075 kg kg^{-1} of the N excreted (Döhler et al. 2002, updated according to Misselbrook 2001).

$$EF_{\text{graz}} = 0.075 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N_2O und NO werden in SNAP 10 02 berechnet. Zu Einzelheiten siehe Kapitel 4.2.1.2.

Für die relevanten Stallsysteme wurden partielle Emissionsfaktoren angesetzt, die den relativen Verlust von TAN wiedergeben (Döhler et al. 2002, siehe Tabelle 4.54).

N_2O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated under SNAP 10 02. For details see chapter 4.2.1.2.

Partial emission factors were fixed for all relevant housing systems relating emissions to the TAN excreted (Döhler et al. 2002, cf Table 4.54).

Table 4.54
Partial emission factors for NH_3 from cattle houses

			EF_{house} in $\text{kg kg}^{-1} \text{ TAN}$
slurry based	tied systems		0.080
	loose housing	cubicles	0.236
	loose housing	deep litter	0.118
straw based	tied systems		0.078
	loose housing	cubicles	0.236
	loose housing	deep litter	0.036
	loose housing	“Tretmist”	0.254

Die Emissionsfaktoren für den Melkstand entsprechen denen für die Boxenlaufställe ($EF_{\text{milk}} = 0,238 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$).

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei beträgt für die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von $0,86 \text{ kg kg}^{-1}$ und ein mittlerer N-Gehalt $0,005 \text{ kg kg}^{-1}$ (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

- Anbindehaltung
5 – 6 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh bzw. 9 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N
- Liegeboxenlaufstall
5 – 6 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh bzw. 9 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N
- Tretmist
7 – 8 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh bzw. 13 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N
- Tiefstreu
10 – 11 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ d}^{-1}$ Stroh bzw. 18 $\text{kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N

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

Da sich alle *Emissionsfaktoren* auf ammonifizierbares N (TAN), beziehen, wird bei Festmistsystemen der Verlust im Stall ausschließlich auf den TAN-Anteil in den Ausscheidungen zurückgeführt.

The emission factors for the dairy parlour are assumed to equal those of cubicle houses ($EF_{\text{milk}} = 0.238 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$).

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the calculation of straw N a mean dry matter content of 0.86 kg kg^{-1} and a mean N content of 0.005 kg kg^{-1} were assumed according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

- Tied systems
5 – 6 $\text{kg place}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw or 9 $\text{kg place}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N
- Cubicles
5 – 6 $\text{kg place}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw or 9 $\text{kg place}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N
- “Tretmist”¹¹
7 – 8 $\text{kg place}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw or 13 $\text{kg place}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N
- deep litter
10 – 11 $\text{kg place}^{-1} \text{ d}^{-1}$ straw or 18 $\text{kg place}^{-1} \text{ a}^{-1}$ N

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

All *emission factors* relate to total ammonical N (TAN). Therefore, in solid manure systems, losses are attributed to the TAN contained in excreta only.

¹¹ For several terms a generally accepted translation seems to be missing. To achieve clarity, these are cited in the English version in inverted commas.

Partieller Emissionsfaktor „Lagerung“

Für die *Umwandlungen von N-Spezies* bei der Lagerung von Festmist (TAN \leftrightarrow N_{org}) wird angenommen, dass 40 % des TAN immobilisiert werden, sofern ausreichend Einstreu vorhanden ist (Expertenurteil EAGER¹²). Dies stimmt mit Kirchmann und Witter (1989) überein (vgl. auch Webb und Misselbrook, 2004).

Der Anteil des N in der *Jauche* beträgt 25 %, 90 % hiervon sind TAN.

Bei der *Gülle-Lagerung* wird zwischen Lagerung im Stall unter dem Spaltenboden, der Lagerung im separaten Güllekeller unter dem Stall und zwischen mehreren Formen des Außenlagers unterschieden. Die Emissionen aus dem separaten Güllekeller werden wie die Emissionen aus dem Außenlager mit fester Abdeckung behandelt.

Für *unbehandelte Gülle* wurde angenommen, dass 10 % des N_{org} in TAN umgewandelt werden.

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

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

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

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

Für *Jauche-Lagerung* wurde angenommen, dass sich 100 % in Behältern mit fester Abdeckung befinden.

Partielle Emissionsfaktoren für NH₃, N₂O, NO und N₂:

Die Emissionsfaktoren für NH₃ entsprechen den Werten in EMEP(2002)_B1090_X.

Emissionsfaktoren für N₂O sind IPCC(1996)-3-4.104 entnommen. Wie bei den Emissionen aus Böden wurde angenommen, dass der NO-Emissionsfaktor $EF_{\text{storage, NO}}$ gleich dem N₂O-Emissionsfaktor $EF_{\text{storage, N2O}}$ ist und dass etwa die dreifache Menge an N₂ freigesetzt wird (Jarvis und Pain, 1994; siehe auch Kapitel 4.1.1.3).

Die *Lagerungsverluste* beziehen sich auf TAN. Die hier verwendeten Daten sind in den Tabellen 4.55 und 4.56 zusammengestellt.

Partial emission factor “storage”

The *transformation of N species* during storage of manure (TAN \leftrightarrow N_{org}) is assumed to be about 40 % of TAN, if enough bedding material is available. (Expert judgement EAGER¹²). This is in accordance with Kirchmann and Witter (1989) (cf also Webb and Misselbrook, 2004).

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

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 *untreated slurry*, 10 % of the N_{org} are assumed to be converted to TAN during storage

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.

For *leachate (“Jauche”)* it is assumed that 100 % are stored in tanks with solid covers.

Partial emission factors for NH₃, N₂O, NO and N₂:

Emission factors for NH₃ are taken from EMEP(2002)_B1090_X.

N₂O emission factors are used as in IPCC(1996)-3-4.104. As with emissions from soils it was assumed that the NO emission factor $EF_{\text{storage, NO}}$ is of the same magnitude as N₂O emissions $EF_{\text{storage, N2O}}$ and that N₂ emissions are approximately 3fold (Jarvis and Pain, 1994; see also chapter 4.1.1.3).

Losses from storage relate to TAN. The emission factors used in this inventory are listed in Tables 4.55 and 4.56.

¹² EAGER – European Agriculture Gaseous Emission Inventory Network (EAGER, 2005)

Table 4.55

Partial emission factors for ammonia losses from storage of cattle excreta (related to TAN)

untreated slurry	open tank	(reference)	0.167	kg kg ⁻¹ N	reduction compared with reference
	solid cover	(incl. tent structures)	90	%	
	natural crust		70	%	
	floating cover	chaff	80	%	
	floating cover	granules	85	%	
	floating cover	plastic film	85	%	
	underneath slatted floor		2.4	%	
Leachate	solid cover	(reference)	0.25	kg kg ⁻¹ N	
solid manure	heap	(reference)	0.60	kg kg ⁻¹ N	

Source: EMEP (2002)

Table 4.56

Partial emission factors for nitrogen oxides losses from storage of cattle excreta (related to TAN)

N ₂ O emissions	slurry		0.001	kg kg ⁻¹ N
	solid storage		0.020	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	slurry		0.001	kg kg ⁻¹ N
	solid storage		0.020	kg kg ⁻¹ N
N ₂ emissions	slurry		0.007	kg kg ⁻¹ N
	solid storage		0.140	kg kg ⁻¹ N

Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“

Für alle Formen von Wirtschaftsdüngern wurden die üblichen und mögliche neue Varianten in die Betrachtungen aufgenommen.

Die Emissionsfaktoren für die einzelnen Ausbringungsvarianten wurden anhand experimenteller Daten für Deutschland festgelegt (Döhler et al., 2002). Sie beziehen sich auf eine mittlere Temperatur von 15 °C.

Separierte Gülle weist eine geringere Viskosität auf als die ursprüngliche Gülle. Die Emissionsminderung beträgt 50 % des Faktors für unbehandelte Gülle. Das gleiche wird für *Biogas-Gülle* angenommen.

Als Emissionsfaktoren für Jauche (Ausbringung mit Breitverteiler) werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die Jauche wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung beziehen sich auf TAN. Sie sind in den Tabellen 4.57 bis 4.60 aufgeführt.

Partial emission factor “spreading”

All types of spreading of slurry and manure applied at present and potential new techniques were considered in the spread sheet.

Emission factors for Germany were derived from experimental data according to Döhler et al. (2002), and relate to a mean temperature of 15 °C.

The viscosity of *liquid separate* is lower than of the respective untreated slurry. An emission reduction of 50 % was assumed for the spreading (related to untreated slurry). The same applies to *slurry after fermentation*.

The emission factors for leachate (“*Jauche*”) (broadcasting) are 20 % for arable land and 30 % for grassland.

Leachate is assumed to be broadcast in equal shares on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate to TAN. They are listed in Tables 4.57 to 4.60.

Table 4.57

Partial emission factors for ammonia losses from application of cattle *slurry to arable land* (related to TAN)

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

Source: EMEP (2002)

Table 4.58

Partial emission factors for ammonia losses from application of cattle *slurry to grassland* (related to TAN)

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

Source: EMEP (2002)

Table 4.59

Partial emission factors for ammonia losses from application of cattle *manure (FYM) to arable land or grassland* (related to TAN)

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

Source: EMEP (2002)

Table 4.60

Partial emission factors for ammonia losses from application of cattle *leachate ("Jauche") to arable land or grassland* (related to TAN)

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

Source: EMEP (2002)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Bestimmung der N-Ausscheidungen geschieht nach Dämmgen und Lüttich (2005) mit einer Ungenauigkeit < 10 %.

EMEP (2002)-B1090-19 gibt als Unsicherheit für NH₃ ohne weitere Einzelheiten die Größenordnung von 30 % an.

Uncertainty of emission factors

The assessment of N excretions can be achieved with an uncertainty < 10 % (cf. Dämmgen and Lüttich, 2005).

EMEP (2002)-B1090-19 gives an uncertainty of 30 % for NH₃ without referring to any details.

For N₂O and NO emission factors, the order of

Für N₂O und NO stimmt offenbar nur die Größenordnung der Emissionsfaktoren.

4.9.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\DC10.xls

4.9.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.1

Emissionen: EM1009.01, EM1009.32, EM1009.63

Aktivitäten: AC1005.01

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.01, IEF1009.27, IEF1009.53

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.01 bis AI1005XCAT.14

4.9.2 Übrige Rinder (SNAP 100902, NFR 4B1b)

Die SNAP-Kategorie „Other Cattle“ umfasst als Unterkategorien Kälber, Mastrinder (weibliche und männliche), Mutterkühe und Zuchtbullen.

Andere Rinder sind hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen eine Hauptquellgruppe (EMEP 2005).

Für jede Unterkategorie ist ein eigenes Arbeitsblatt angelegt.

4.9.2.1 Kälber

Kälber sind alle Rinder mit Gewichten unter 100 kg Tier⁻¹.

4.9.2.1.1 Rechenverfahren

Die Berechnungen der Emissionen stickstoffhaltiger Spezies erfolgt nach dem Massenflussverfahren, das in Kapitel 4.9 eingangs beschrieben ist.

4.9.2.1.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Die statistischen Angaben der Anzahl der Kälber und die Beschreibung der Kälber hinsichtlich der Fütterung decken sich nicht. Da die Berechnung der Emissionen der Stickstoff-Spezies an die Kenntnis der N-Ausscheidungen geknüpft sind (gegeben für ein Endgewicht von 100 kg Tier⁻¹ nach 3 Monaten), wird die in der Statistik angegebene Kälberzahl halbiert und die andere Hälfte dem Jungvieh unter 12 Monaten zugeschlagen. Hiervon werden wegen der Verfügbarkeit von N-

magnitude is likely to be correct.

4.9.1.4 Calculation file

GAS_EM\DC10.xls

4.9.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.1.6 Tables related to chapter 4.9.1

Emissions: EM1009.01, EM1009.32, EM1009.63

Activities: AC1005.01

Implied emission factors: IEF1009.01, IEF1009.27, IEF1009.53

Additional information: AI1005CAT.01 to AI1005XCAT.14

4.9.2 Other Cattle (SNAP 100902, NFR 4B1b)

SNAP category “Other Cattle” comprises the sub-categories “calves”, “heifers”, “beef cattle” (both male and female), “suckling cows” and bulls (mature males).

For ammonia, other cattle is considered to be a key source (EMEP 2005).

A separate sheet is provided for each sub-category.

4.9.2.1 Calves

All cattle weighing less than 100 kg animal⁻¹ are calves.

4.9.2.1.1 Calculation procedure

The calculation of emissions makes use of the mass flow approach as described at the beginning of Chapter 4.9.

4.9.2.1.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

The properties of calves given in the description of categories in the German census and the data used to describe the feed disagree. As the calculation of the emissions presupposes data on N excretion, which are relate to a final weight of 100 kg animal⁻¹, this inventory deals with calves smaller than 100 kg animal⁻¹ and younger than 3 months; therefore the number given in the census is halved, the second half being attributed to the number of beef cattle (heifers and bulls) (see

Ausscheidungen die weiblichen Tiere unter „Fär-
sen“ berechnet, die männlichen unter „Mastbul-
len“ (siehe Kapitel 4.4.2.1.2).

Unsicherheit der Aktivitätszahlen

Die Unsicherheiten der Tierzahlen sind < 5 %.

4.9.2.1.3 Ableitung der Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Das Verfahren entspricht dem für Milchkühe.

N-Ausscheidungen

Als mittlere N-Ausscheidung werden für Käl-
ber bis zu einem Alter von 3 Monaten 14 kg
Platz⁻¹ a⁻¹ bei 4 Durchgängen pro Jahr. angenom-
men (KTBL 2004, S. 14, S. 376). Diese Menge
wird auf die tatsächliche Zahl der Durchgänge
umgerechnet.

60 % hiervon sind TAN.

N-Einträge mit Stroh

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag
mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei beträgt für
die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von
0,86 kg kg⁻¹ und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg
kg⁻¹ (Faustzahlen 1993, S. 256, siehe auch Tabelle
4.38), d.h.

Anbindehaltung

0,1 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0,16 kg Platz⁻¹
a⁻¹ N

Tiefstreu und Tretmist

1,2 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 1,88 kg Platz⁻¹
a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch ge-
bundenen N angesehen.

Für Immobilisierung von TAN und Minerali-
sierung von N_{org} gelten die bei Milchkühen ge-
machten Angaben sinngemäß.

Die *Häufigkeitsverteilung der Haltungsverfahren*
wird mit RAUMIS berechnet. In Deutschland
werden Kälber in der Regel in Einzelboxen oder
Gruppenbuchten mit Einstreu gehalten.

Die *Häufigkeitsverteilungen der Lagerungs-
formen und der Ausbringungstechniken* entspricht
der für Rindergülle und Rindermist (allgemein) in
jedem Landkreis. Diese Daten werden mit
RAUMIS ermittelt.

Chapter 4.4.2.1.2).

Uncertainty of activity data

The uncertainty of animal numbers is assumed
to be < 5 %.

4.9.2.1.3 Derivation of emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

The methodology used is the same as for dairy
cows.

N excretion

The mean N excretion for calves up to 3
months is 14 kg place⁻¹ a⁻¹ with 4 animal rounds
per year (KTBL, 2004, pg. 14, pg. 376). This
excretion is corrected using the number of rounds
reported in the respective region.

60 % of the N excreted is TAN.

N inputs with straw

For straw based systems N inputs with straw
are taken into account. For the calculation of straw
N a mean dry matter content of 0.86 kg kg⁻¹ and a
mean N content of 0.005 kg kg⁻¹ were assumed
according to Faustzahlen (1993), pg. 256, and
Table 4.38, in particular

tied systems

0.1 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 0.16 kg place⁻¹ a⁻¹
N

loose housing (“Tretmist”)

1.2 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 1.88 kg place⁻¹ a⁻¹
N

All straw N is considered to be organic N.

Immobilization of TAN and mineralization of
N_{org} are treated in the same way as for dairy cows.

The *frequency distribution of housing systems*
is calculated with RAUMIS. In Germany, calves
are normally kept single in boxes or in groups
with bedding.

The *frequency distribution of manure storage
and application systems* is the same as for other
cattle slurry or manure in general. For each dis-
trict, these data are modelled using RAUMIS.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Wie für alle anderen Tierarten gibt EMEP (2002)-B1090-19 als Unsicherheit für NH₃ ohne weitere Einzelheiten die Größenordnung von 30 % an.

Für N₂O und NO stimmt offenbar nur die Größenordnung der Emissionsfaktoren.

4.9.2.1.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\CA04.xls

4.9.2.1.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2.1.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.2.1

Emissionen: EM1009.02, EM1009.33, EM1009.64

Aktivitäten: AC1005.02

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.02, IEF1009.28, IEF1009.54

Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.15 bis AI1005CAT.27

4.9.2.2 Färsen

4.9.2.2.1 Rechenverfahren

Die Berechnung der Emission stickstoffhaltiger Spezies folgt dem Massenflussverfahren. Die Stickstoff-Ausscheidungen werden in Deutschland vorerst als einheitlich angesehen.

4.9.2.2.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Die Zahl der Kälber, die der Kategorie „Färsen“ zugeschlagen wird, ergibt sich aus dem Anteil der weiblichen Jungrinder wie in Kapitel 4.4.2.2.2:

$$n_{fb} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_C}{n_B + n_C} + n_C + n_E + n_F + n_H + n_I + n_L$$

where n_{fb} number of female beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.8)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Zahlenangaben der Tierzählungen für die Rinder-Populationen sind genauer als 5 %. Die Rechnungen beeinträchtigen dies nicht.

Uncertainty of emission factors

As for other animal categories, EMEP (2002)-B1090-19 gives an uncertainty of 30 % for NH₃ without referring to any details.

For N₂O and NO emission factors, the order of magnitude is likely to be correct.

4.9.2.1.4 Calculation file

GAS_EM\CA04.xls

4.9.2.1.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.2.1.6 Tables related to chapter 4.9.2.1

Emissions: EM1009.02, EM1009.33, EM1009.64

Activities: AC1005.02

Implied emission factors: IEF1009.02, IEF1009.28, IEF1009.54

Additional information: AI1005CAT.15 to AI1005CAT.27

4.9.2.2 Heifers

4.9.2.2.1 Calculation procedure

The assessment of emissions follows the mass-flow procedure as described above. For heifers uniform N excretions are assumed for Germany at this stage.

4.9.2.2.2 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

The number of heifers in the census has to be combined with a share of the number of calves as described in Chapter 4.4.2.2.2:

Uncertainty of activity data

The census numbers available for cattle expose uncertainties < 5 %. This is not affected by the calculations mentioned above.

4.9.2.2.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Die Berechnung der partiellen Emissionsfaktoren für die Haltung der Tiere, für die Lagerung und die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern entspricht der von Milchkühen.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei wird für die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von 0,86 kg kg⁻¹ und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg kg⁻¹ (Faustzahlen 1993, S. 256) zugrunde gelegt, d.h.

Anbindehaltung

2,9 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 4,6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Tretmist

5,6 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 8,8 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen.

N-Ausscheidungen:

KTBL (2004), S. 386 unterscheidet Färsen-Aufzucht in Acker-Grünland-Betrieben und Grünland-Betrieben mit unterschiedlichen N-Ausscheidungen $m_{N, mixed}$ und $m_{N, grass}$. Als Grünlandbetriebe gelten solche Betriebe, deren Grünland-Flächenanteil mehr als 0,75 ha ha⁻¹ beträgt. Die ausgeschiedenen Mengen betragen:

$$m_{N, mixed} = 40 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$$

$$m_{N, grass} = 48 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$$

Die Flächenanteile werden für jeden Landkreis aus statistisch verfügbaren Angaben berechnet (StatLA, FS3, R3).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Auch für Färsen gilt nach EMEP (2002)-B1090-19, dass die Unsicherheit für NH₃ die Größenordnung von 30 % hat.

Für N₂O und NO stimmt offenbar nur die Größenordnung der Emissionsfaktoren.

4.9.2.2.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\FB04.xls

4.9.2.2.3 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

The calculation of partial emission factors for housing, storage and landspreading is in accordance with the procedure for dairy cows.

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the calculation of straw N a mean dry matter content of 0.86 kg kg⁻¹ and a mean N content of 0.005 kg kg⁻¹ were assumed according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

tied systems

2.9 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 4.6 kg place⁻¹ a⁻¹ N

“Tretmist”

5.6 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 8.8 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

N excreted:

KTBL (2004) pg. 386, differentiates between heifers raised on farms with arable and grassland cultivation and those with mainly grassland farming, the N excretions being $m_{N, mixed}$ and $m_{N, grass}$, respectively. In “grassland farms” the area of grassland exceeds 0.75 ha ha⁻¹. The amounts of N excreted are:

The respective shares of areas are obtained from official statistics (StatLA, FS 3, R3, for each single rural district.

Uncertainty of emission factors

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃ is also valid for heifers.

For N₂O and NO emission factors, the order of magnitude is likely to be correct.

4.9.2.2.4 Calculation files

GAS_EM\FB04.xls

4.9.2.2.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2.2.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.2.2

Emissionen: EM1009.03, EM1009.34, EM1009.65
 Aktivitäten: AC1005.03
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.03, IEF1009.29, IEF1009.55
 Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.28 bis AI1005CAT.40

4.9.2.3 Mastbullen

Unter "Mastbullen" werden die Kategorien „Jungvieh männlich 1/2 bis unter 1 Jahr“ und „Jungvieh männlich 1 bis 2 Jahre“ sowie ein Teil der Kälber zusammengefasst.

4.9.2.3.1 Rechenverfahren

Das Rechenverfahren für die Ermittlung der Emissionen stickstoffhaltiger Spezies folgt dem Massenfluss-Ansatz, wie er in Kapitel 4.9 beschrieben ist.

4.9.2.3.2 Aktivitätsdaten

Die Tierzahlen aus der Officialstatistik werden wie folgt zur Zahl der Mastbullen zusammengefasst:

$$n_{mb} = \frac{1}{2} \cdot n_A \cdot \frac{n_B}{n_B + n_C} + n_B + n_D$$

where n_{mb} number of male beef cattle considered
 n_A etc. animal numbers of type A (etc.) in the German census (see Table 4.8)

Diese Tierzahlen werde StatLA C III 1 – vj 4 ent-nommen.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Zusammenfassung von Tierkategorien führt nicht zu einer Änderung der Unsicherheit der Tierzahlen, die < 5 % ist (vgl. Dämmgen, 2005).

4.9.2.3.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:
 siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Die Berechnung der partiellen Emissionsfaktoren für die Haltung der Tiere, für die Lagerung und die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

4.9.2.2.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.2.2.6 Tables related to chapter 4.9.2.2

Emissions: EM1009.03, EM1009.34, EM1009.65
 Activities: AC1005.03
 Implied emission factors: IEF1009.03, IEF1009.29, IEF1009.55
 Additional information: AI1005CAT.28 to AI1005CAT.40

4.9.2.3 Bulls (Beef Cattle)

Bulls (beef cattle) comprizes the categories "young male cattle 1/2 to 1 year" and "young male cattle 1 to 2 years" and a share of the calves as above.

4.9.2.3.1 Calculation procedure

The calculation of the emissions of nitrogen species follows the mass-flow concept described in detail at the beginning of Chapter 4.9.

4.9.2.3.2 Activity data

Census animal numbers are added up according to the following equation:

The respective animal numbers are listed in StatLA C III 1 –vj 4.

Uncertainty of activity data

The grouping of animal numbers does not have any effect on the uncertainty, which is less than 5 % for cattle (cf Dämmgen, 2005).

4.9.2.3.3 Emission factors

Simpler methodology:
 see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

The calculation of partial emission factors for housing, storage and landspreading is in accordance with the procedure for dairy cows.

entspricht der von Milchkühen.

Die Ausscheidungen der männlichen Kälber zwischen 4 und 6 Monaten bis zu einem Gewicht von 180 kg Tier⁻¹ betragen 21 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N bei 4 Durchgängen. Dieser Wert wird als konstant und einheitlich für Deutschland angesehen.

Die Ausscheidungen der Mastbullen (Gewicht ab 180 kg Tier⁻¹) werden im Mittel als konstant angesehen und betragen 44 kg Tier⁻¹ a⁻¹ (KTBL, 2004, S. 411).

Die in den Rechnungen verwendeten N-Ausscheidungen sind die nach Tierzahlen gewichteten Mittelwerte.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei wird für die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von 0.86 kg kg⁻¹ und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg kg⁻¹ (Faustzahlen 1993, S. 256) angenommen, d.h.

Anbindehaltung

2,9 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 4,6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Tretmist

5,6 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 8,8 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Das gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen.

In Systemen mit Einstreu wird die Immobilisierung von TAN und die Mineralisierung von N_{org} wie bei Milchkühen berücksichtigt. Entsprechendes gilt für die Verteilung der N-Fractionen zwischen Mist und Jauche.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Bei EMEP (2002)-B1090-19 wird eine zwischen Tierkategorien nicht differenzierte Unsicherheit für NH₃ in der Größenordnung von 30 % angegeben.

Für N₂O und NO stimmt offenbar nur die Größenordnung der Emissionsfaktoren.

4.9.2.3.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\MB06.xls

4.9.2.3.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2.3.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.2.3

Emissionen: EM1009.04, EM1009.35, EM1009.66
Aktivitäten: AC1005.04
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.04, IEF1009.30, IEF1009.56
Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.41 bis

The N excretions of male calves between 4 and 6 months with a final weight of 180 kg animal⁻¹ amount to 21 kg place⁻¹ a⁻¹ N with 4 animal rounds per year. This value is considered to be constant and uniform over Germany.

N excretions above 180 kg animal⁻¹ are assumed to be constant and uniform and come to 44 kg place⁻¹ a⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 411).

The N excretions for male beef in this inventory are weighted means.

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the calculation of straw N a mean dry matter content of 0.86 kg kg⁻¹ and a mean N content of 0.005 kg kg⁻¹ were assumed according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

tied systems

2.9 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 4.6 kg place⁻¹ a⁻¹ N
"Tretmist"

5.6 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 8.8 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

In systems with bedding, the immobilization of TAN and the mineralization of N_{org} is treated as with dairy cattle. The same applies to the distribution of the N fractions between solid manure and leachate ("Jauche").

Uncertainty of emission factors

The assumption of EMEP (2002)-B1090-19 giving an uncertainty of 30 % for NH₃, is also valid for bulls.

For N₂O and NO emission factors, the order of magnitude is likely to be correct.

4.9.2.3.4 calculation files

GAS_EM\MB06.xls

4.9.2.3.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.1.6 Tables related to chapter 4.9.2.3

Emissions: EM1009.04, EM1009.35, EM1009.66
Activities: AC1005.05
Implied emission factors: IEF1009.04, IEF1009.30, IEF1009.56
Additional information: AI1005CAT.41 to

AI1005CAT.53

4.9.2.4 Mutterkühe

Ammen- und Mutterkühe sind eine eigene Kategorie in der deutschen Tierzählung.

Mutterkühe haben im Mittel 0,9 Kälber a⁻¹.

4.9.2.4.1 Rechenverfahren

Angewendet wird das Massenfluss-Verfahren für die gleichzeitig Berechnung der Emission aller N-Spezies.

4.9.2.4.2 Aktivitätsdaten

Die Tierzahlen in StatLA C III 1 – vj 4 können unverändert übernommen werden.

where n_{sc} number of suckling cows
 n_K animal numbers of type K in the German census (see Table 4.8)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit bei Rinderzahlen liegt unter 5 %.

4.9.2.4.3 Emissionsfaktoren**Einfacheres Verfahren:**

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Die Emissionen werden entsprechend denen für Milchkühe berechnet.

N-Ausscheidungen:

82 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N gemäß to LfL (2004a)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren insgesamt liegen für NH₃ nach EMEP (2002)-B1090-19 bei 30 %. Für die oxidierten Spezies dürfte die Größenordnung richtig sein.

4.9.2.4.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\SC03.xls

4.9.2.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

AI1005CAT.53

4.9.2.4 Suckling Cows

Suckling cows are a subcategory in the German agricultural census.

Suckling cows breed 0.9 calves a⁻¹.

4.9.2.4.1 Calculation procedure

The mass-flow approach is used to calculate the emissions of all N species simultaneously.

4.9.2.4.2 Activity data

The animal numbers in StatLA C III 1 –vj 4 are used without alteration.

$$n_{sc} = n_K$$

Uncertainty of activity data

The uncertainty of cattle numbers falls below 5 %.

4.9.2.4.3 Emission factors**Simpler methodology:**

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

Emissions are calculated according to the procedures used for dairy cows.

N excreted:

82 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N according to LfL (2004a)

Uncertainty of emission factors

EMEP (2002)-B1090-19 estimates the uncertainty for NH₃ to about 30 %. For the oxidized species, the order of magnitude is likely to be correct.

4.9.2.4.4 Calculation file

GAS_EM\SC03.xls

4.9.2.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.2.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.2.4

Emissionen: EM1009.05, EM1009.36, EM1009.67
Aktivitäten: AC1005.05
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.05, IEF109.31, IEF1009.57
Zusätzliche Informationen: AI1005CAT.54 bis AI1005CAT.66

4.9.2.5 Zuchtbullen

Als Zuchtbullen werden alle männlichen Rinder mit einem Alter von > 2 Jahren angesehen.

4.9.2.5.1 Rechenverfahren

Angewendet wird auch hier das Massenfluss-Verfahren für die gleichzeitig Berechnung der Emission aller N-Spezies.

4.9.2.5.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

where n_{bu} number of bulls (mature males)
 n_G animal numbers of type G in the German census (see Table 4.8)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit bei Rinderzahlen liegt unter 5 %.

4.9.2.5.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Die Emissionen werden entsprechend denen für Milchkühe berechnet.

N-Ausscheidungen:

84 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N (KTBL (2004, S. 363)

Vorläufig werden die Haltungsformen usw. von Milchkühen übernommen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Wie bei den übrigen Rindern liegen die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren insgesamt für NH₃ nach EMEP (2002)-B1090-19 bei 30 %. Für die oxidierten Spezies dürfte die Größenordnung richtig sein.

4.9.2.5.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\BL02.xls

4.9.2.4.6 Tables related to chapter 4.9.2.4

Emissions: EM1009.05, EM1009.36, EM1009.67
Activities: AC1005.05
Implied emission factors: IEF1009.05, IEF109.31, IEF1009.57
Additional information: AI1005CAT.54 to AI1005CAT.66

4.9.2.5 Bulls (mature males)

All male cattle above 2 years are considered to be used for reproduction.

4.9.2.5.1 Calculation procedure

For bulls, the mass-flow approach is used to calculate the emissions of all N species simultaneously.

4.9.2.5.2 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

$$n_{bu} = n_G$$

Uncertainty of activity data

The uncertainty of cattle numbers is less than 5 %.

4.9.2.5.3 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

Emissions are calculated according to the procedures used for dairy cows.

N excreted:

84 kg place⁻¹ a⁻¹ N (KTBL (2004, pg. 363)

Temporarily, the data for housing etc. are taken over from dairy cattle.

Uncertainty of emission factors

As for other cattle, EMEP (2002)-B1090-19 estimates the uncertainty for NH₃ to about 30 %. For the oxidized species, the order of magnitude is likely to be correct.

4.9.2.5.4 Calculation file

GAS_EM\BL02.xls

4.9.2.5.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2.5.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.2.5

Emissionen: EM1009.06, EM1009.35, EM1009.64
 Aktivitäten: AC1005.06
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.06, IEF1009.29, IEF1009.58
 Zusätzliche Informationen: —

4.9.3 Schweine (SNAP 100903, NFR 4B8)

Schweine werden in Sauen, Aufzuchtferkel, Mastschweine und Eber untergliedert.

Hinsichtlich der NH₃-Emissionen gilt die Schweine-Haltung insgesamt als Hauptquellgruppe, nicht jedoch hinsichtlich der N₂O-Emissionen.

4.9.3.1 Zuchtsauen (SNAP 100904, NFR 4B8)

Zuchtsauen sind alle als solche in der Statistik bezeichneten Schweine.

4.9.2.5.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.2.5.6 Tables related to chapter 4.9.2.5

Emissions: EM1009.06, EM1009.35, EM1009.64
 Activities: AC1005.06
 Implied emission factors: IEF1009.06, IEF1009.29, IEF1009.58
 Additional information: —

4.9.3 Pigs (SNAP 100903, NFR 4B8)

Pigs are disaggregated into sows, weaners, fattening pigs and boars.

With respect to NH₃ emissions, pigs are considered to be a key source. They are no key source with respect to N₂O.

4.9.3.1 Sows (SNAP 100904, NFR 4B8)

Sows form an own subcategory in the German census.

$$n_{so} = n_R + n_S + n_T + n_U$$

where n_{so} number of sows
 n_R etc. animal numbers of type R in the German census (see Table 4.18)

4.9.3.1.1 Rechenverfahren

Die Emissionen werden nach dem Massenfluss-Verfahren berechnet, wie es in Kapitel 4.9 beschrieben ist.

4.9.3.1.2 Aktivitätsdaten

Die Tierzahlen können unverändert aus der Offizialstatistik übernommen werden. Sie gehen aus StatLA C III 1 – vj 4 hervor.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wir gehen davon aus, dass die Unsicherheit der Schweinedaten in der gleichen Größenordnung wie die der Rinderdaten liegt, d.h. < 5 %.

4.9.3.1.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detalliertes Verfahren:

Das Verfahren zur Berechnung von partiellen Emissionsfaktoren entspricht dem von Mast-

4.9.3.1.1 Calculation procedure

Emissions are calculated using the mass-flow approach as described in the beginning of Chapter 4.9.

4.9.3.1.2 Activity data

Animal numbers are taken over without changes from StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

It is assumed that the uncertainties of pig numbers are in the same order of magnitude as cattle numbers, i.e. < 5 %.

4.9.3.1.3 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

The procedure to derive partial emission factors reflects that for fattening pigs (see below,

schweinen (siehe unten, Kapitel 4.9.3.3.2).

N-Ausscheidungen:

Sauen werden mit 18 Ferkeln bis 8,5 kg pro Jahr gerechnet. Die Ausscheidung einer Sau mit Ferkeln beläuft sich auf 31,4 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N. bzw. 24,4 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N bei N- und P-reduzierter Fütterung. Die Angaben in KTBL (2004, S. 460) für eine Sau mit 18 Ferkeln bis 25 kg (36 bzw. 29 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N) wurden um die N-Mengen reduziert, die 18 Aufzuchtferkel zwischen 8,5 und 25 kg Tier⁻¹ ausscheiden (4,6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N).

Die N-Ausscheidungen werden vorläufig nicht leistungsabhängig berechnet.

Der TAN-Gehalt x_{TAN} liegt bei 70 % des Gesamt-N..

Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“

für die Sauenhaltung gehen aus den Tabelle 4.61 hervor. Sie beruhen auf der Information, dass 6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ NH₃-N freigesetzt werden bei einer angenommenen Gesamtausscheidung von 36 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N (Döhler et al. 2002, S. A9). Bei Verwendung niedrigerer N-Ausscheidungen bleibt der relative Verlust gleich.

Die deutschen Daten lassen bei der Sauenhaltung keine Unterscheidung zwischen gülle- und strohbasierten Systemen zu.

Die bei Einstreuverfahren verwendeten Stroh-mengen liegen bei 2 kg Platz⁻¹ d⁻¹. Die Eigenschaften von Stroh sind in Tabelle 4.35 zusammengestellt.

Table 4.61
Partial emission factors for NH₃ from sow houses

		EF_{house} in kg kg ⁻¹ TAN
slurry based	all systems	0.239
straw based	all systems	0.239

Source: Döhler et al. (2002)

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“

für die betrachteten N-Spezies und alle Schweine-Kategorien sind in den Tabellen 4.62 und 4.63 angegeben.

In Systemen mit Einstreu werden 40 % des TAN in der Einstreu immobilisiert.

Im Lager werden 10 % des N_{org} zu TAN mineralisiert.

Chapter 4.9.3.3.2).

N excreted:

On average, a sow rears 18 piglets (weight < 8.5 kg) per year. The N excreted by one sow and her piglets adds up to 31.4 kg place⁻¹ a⁻¹ N, with feed reduced in N and P contents to 24.4 kg place⁻¹ a⁻¹ N. The data provided in KTBL (2004, pg. 460: 36 and 29 kg place⁻¹ a⁻¹, respectively) refer to one sow with 18 piglets of 25 kg animal⁻¹. These figures had to be reduced by the amount excreted by 18 piglets from 8.5 to 25 kg animal⁻¹ (4.6 kg place⁻¹ a⁻¹).

At present, N excretions are not calculated as a function of performance.

The share of TAN x_{TAN} is assumed to be 70 % of total N.

Partial emission factor “housing”

for sows can be extracted from Table 4.61. They are based on the assumption that 6 kg place⁻¹ a⁻¹ NH₃ are released from a total excretion of 36 kg place⁻¹ a⁻¹ N (Döhler et al., 2002, pg. A9). If excretions are less, the relative losses remain constant.

German data do not allow for a differentiation between slurry and straw based systems yet.

The amount of straw used as bedding material is 2 kg place⁻¹ d⁻¹. Relevant straw properties are listed in Table 4.35.

Partial emission factor “storage”

for the N species to be considered are listed in Tables 4.62 and 4.63. They are valid for all sub-categories of pigs.

In bedded systems, 40 % of the TAN excreted will be immobilized.

10 % of N_{org} will be mineralized during storage.

Table 4.62

Partial emission factors for ammonia losses from storage of pig excreta (related to TAN)

untreated slurry	open tank	(reference)	31.3	kg kg ⁻¹ N	
	solid cover	(incl. tent structures)	90	%	reduction compared with reference
	natural crust		30	%	
	floating cover	chaff	80	%	
	floating cover	granules	85	%	
	floating cover	plastic film	85	%	
Leachate	solid cover	(reference)	0.042	kg kg ⁻¹ N	
solid manure	heap	(reference)	0.60	kg kg ⁻¹ N	

Source: EMEP (2002)

Table 4.63

Partial emission factors for nitrogen oxides losses from storage of pig excreta (related to TAN)

N ₂ O emissions	slurry		0.001	kg kg ⁻¹ N
	solid storage		0.020	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	slurry		0.001	kg kg ⁻¹ N
	solid storage		0.020	kg kg ⁻¹ N
N ₂ emissions	slurry		0.007	kg kg ⁻¹ N
	solid storage		0.140	kg kg ⁻¹ N

Source: EMEP (2002)

Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“

Für alle Formen von Wirtschaftsdüngern aus der Schweine-Haltung wurden die üblichen und mögliche neue Varianten in die Betrachtungen aufgenommen. Aufgeführt sind in Tabellen 4.64 bis 4.67 nur die Faktoren, für die auch Aktivitätsdaten vorliegen.

Die Emissionsfaktoren für Deutschland sind aus Döhler et al. (2002) entnommen. Sie beziehen sich auf eine mittlere Temperatur von 15 °C.

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.

Partial emission factor “Spreading”

All types of spreading of slurry and manure applied at present and potential new techniques were considered in the spread sheet.

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 Tables 4.64 to 4.67 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.

Table 4.64

Partial emission factors for ammonia losses from application of pig *slurry to arable land* (related to TAN)

broad cast	without incorporation (reference)	0.25	kg kg ⁻¹ N	
broad cast	incorporation within 1 h	84	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	64	%	compared
broad cast	incorporation within 6 h	56	%	with reference
broad cast	incorporation within 12 h	36	%	
broad cast	incorporation within 24 h	16	%	
broad cast	incorporation within 48 h	0	%	
broad cast	short vegetation	0	%	
trailing hose	bare soil without incorporation	30	%	
trailing hose	incorporation within 1 h	92	%	
trailing hose	incorporation within 4 h	76	%	
trailing hose	incorporation within 6 h	68	%	
trailing hose	incorporation within 12 h	56	%	
trailing hose	incorporation within 24 h	44	%	
trailing hose	incorporation within 48 h	32	%	
trailing hose	short vegetation	0	%	
trailing hose	vegetation > 0.3 m	50	%	

Source: EMEP (2002)

Table 4.65

Partial emission factors for ammonia losses from application of pig *slurry to grassland* (related to TAN)

broad cast	short grass (reference)	0.30	kg kg ⁻¹ N	
trailing hose	short grass	50	%	reduction
trailing hose	vegetation > 0.3 m	50	%	compared
trailing shoe		60	%	with reference
open slot		80	%	

Source: EMEP (2002)

Table 4.66

Partial emission factors for ammonia losses from application of pig *manure (FYM) to arable land or grassland* (related to TAN)

broad cast	without incorporation	0.80	kg kg ⁻¹ N	
broad cast	incorporation within 1 h	90	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	50	%	compared
broad cast	incorporation within 24 h	0	%	with reference
broad cast	incorporation within 48 h	0	%	

Source: EMEP (2002)

Table 4.67

Partial emission factors for ammonia losses from application of cattle *leachate ("Jauche") to arable land or grassland* (related to TAN)

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

Source: EMEP (2002)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unsicherheiten für Schweine und NH₃ werden in EMEP (2002)-B1090-19 nicht gesondert betrachtet. Es gilt die „normale“ Unsicherheit von 30 %. Für die oxidierten Spezies dürfte die Größenordnung richtig sein.

Uncertainty of emission factors

Special uncertainties for NH₃ emissions from pig husbandry are not given in EMEP (2002)-B1090-19. Thus the general uncertainty of about 30 % is likely. For the oxidized species, the order of magnitude is likely to be correct.

4.9.3.1.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\SO06.xls

4.9.3.1.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.9.3.1.6 *Tabellen zu Kapitel 4.9.2.5*

Emissionen: EM1009.09, EM1009.40, EM1009.71
 Aktivitäten: AC1005.08
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.08, IEF1009.34, IEF1009.60
 Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.01 bis AI1005PSH.13

4.9.3.2 *Aufzuchtferkel*

4.9.3.2.1 *Rechenverfahren*

Das Rechenverfahren folgt dem in Kapitel 4.9 eingangs erläuterten Weg.

4.9.3.2.2 *Aktivitätsdaten*

Tierzahlen:

Die Zahl der Aufzuchtferkel wird wie unter 4.4.3.2 aus der Zahl der Ferkel insgesamt unter Berücksichtigung der Dauer der jeweiligen Lebensabschnitte abgeleitet.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Es wird davon ausgegangen, dass die Fehler bei der Bestimmung der Tierzahlen bei Aufzuchtferkeln in der gleichen Größenordnung ist wie die der Rinder, d.h. < 5 %.

4.9.3.2.3 *Emissionsfaktoren*

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird für typische Futterzusammensetzungen und -mengen leistungsbezogen berechnet (siehe Rechenverfahren für Emissionen aus der Verdauung, Tabelle 4.22). Hiervon wird die im Körper verbleibende N-Menge abgezogen (N-Gehalt des Gesamtkörpers $0,0256 \text{ kg kg}^{-1}$; LfL, 2004a).

4.9.3.1.4 *Calculation file*

GAS_EM\SO06.xls

4.9.3.1.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.9.3.1.6 *Tables related to chapter 4.9.2.5*

Emissions: EM1009.09, EM1009.40, EM1009.71
 Activities: AC1005.08
 Implied emission factors: IEF1009.08, IEF1009.34, IEF1009.60
 Additional information: AI1005PSH.01 to AI1005PSH.13

4.9.3.2 *Weaners*

4.9.3.2.1 *Calculation procedure*

The general procedure applied is described in the beginning of Chapter 4.9.

4.9.3.2.2 *Activity data*

Animal numbers:

The number of weaners is calculated from the number of piglets, considering the duration of the respective phase.

Uncertainty of activity data

It is assumed that the uncertainty of the number of weaners is in the same order of magnitude as those for cattle, i.e. < 5 %.

4.9.3.2.3 *Emission factors*

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed methodology:

The amount of N taken in with feed is calculated using typical diet composition and amounts of feed (cf. calculation procedure for emissions from enteric fermentation, Table 4.22). The amount of N retained is subtracted (N content of weaners' bodies: $0.0256 \text{ kg kg}^{-1}$; LfL, 2004a).

$$m_{\text{excr}} = n_{\text{round}} \cdot (m_{\text{feed}} - \Delta w \cdot x_{\text{N}})$$

where m_{excreted} amount of nitrogen excreted (in kg place⁻¹ a⁻¹)
 n_{round} number of animal rounds (animal place⁻¹ a⁻¹)
 m_{feed} amount of nitrogen taken in with feed (kg animal⁻¹ N)
 Δw weight gain (kg animal⁻¹)
 x_{N} nitrogen content of whole pig ($x_{\text{N}} = 0.026 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Reinigungszeiten für Aufzuchtferkel betragen 8 d Runde⁻¹ (KTBL, 2004, S. 465).

70 % der ausgeschiedenen N-Menge liegen als reduziertes N (TAN) vor.

Die Häufigkeit der Haltungsverfahren, der Lagerungsverfahren und der Ausbringungsverfahren entspricht der von Mastschweinen (siehe unten).

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei wird für die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von 0,86 kg kg⁻¹ und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg kg⁻¹ angenommen (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

Tretmist

0,35 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0,8 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Mehrflächenstall und Kistenstall

0,1 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0,27 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen.

Alle partiellen Emissionsfaktoren für die *Hal-*
tung beziehen sich auf TAN. Sie sind in Tabelle 4.68 zusammengestellt. Da sie aus Mastschweine-Daten abgeleitet wurden, wird ihr Zustandekommen wird in Kapitel 4.9.3.3.3 erläutert.

Table 4.68

Partial emission factors for NH₃ from fattening pig houses, also applied to weaner houses

			EF_{house} in kg kg ⁻¹ TAN
slurry based	insulated stables	fully slatted floors	0.268
		partly slatted floors	0.268
		slatted floor, large groups ("Großgruppe")	0.241
		kennel house	0.196
straw based	closed insulated stables	deep litter	0.384
		partly slatted floor ("Mehrflächenstall")	0.384
	free ventilated	kennel house	0.243
		deep litter	0.384
		partly slatted floor ("Mehrflächenstall")	0.268

Source: EMEP (2002)

The cleaning of the house takes 8 d round⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 465).

70 % of the N excreted is ammoniacal N (TAN).

The frequency distribution of housing, storage and application methods is the same as for fattening pig (see below).

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the calculation of straw N a mean dry matter content of 0.86 kg kg⁻¹ and a mean N content of 0.005 kg kg⁻¹ were assumed according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

– deep litter

0.35 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 0.8 kg place⁻¹ a⁻¹ N
 “Mehrflächenstall und Kistenstall”

0,1 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 0.27 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

All emission factors used for *housing* relate to TAN. They are summarized in Table 4.68. As they originate in data for fattening pigs, they are discussed in Chapter 4.9.3.3.3.

Die partiellen Emissionsfaktoren für die *Lage-*
rung und *Ausbringung* sind für alle Schweine gleich (vgl. Tabellen 4.62 bis 4.67)

The partial emission factors for *storage* and *application* are the same for all pig sub-categories (see Tables 4.62 to 4.67).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Unabhängig von der Tierkategorie nimmt EMEP (2002)-B1090-19 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren an.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig.

4.9.3.2.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\WE04.xls

4.9.3.2.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.3.2.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.3.2

Emissionen: EM1009.10, EM1009.41, EM1009.72
 Aktivitäten: AC1005.09
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.09,
 IEF1009.35, IEF1009.61
 Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.14 bis
 AI1005PSH.26

4.9.3.3 Mastschweine

4.9.3.3.1 Rechenverfahren

Das verwendete Rechenverfahren folgt dem in Kapitel 4.9 eingangs erläuterten grundsätzlichen Weg.

4.9.3.3.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

Die Zahlen für Mastschweine können unverändert aus der Officialstatistik übernommen werden (StatLA C III 1 – vj 4)

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Der Fehler dürfte entsprechend dem der Rinder unter 5 % liegen.

4.9.3.3.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9:
 N-Ausscheidung: 14 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N.
 $EF_{\text{NH}_3} = 6,39 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$

Detailliertes Verfahren:

Die mit dem Futter aufgenommene N-Menge wird für typische Futterzusammensetzungen und -mengen leistungsbezogen berechnet (Rechenverfahren für Emissionen aus der Verdauung, Tabelle 4.22). Hiervon wird die im Körper verbleibende N-Menge abgezogen (N-Gehalt des Gesamtkörpers 0,00256 kg kg⁻¹; LfL, 2004a). Zwischen nor-

Uncertainty of emission factors

Irrespective of any animal category, EMEP (2002) -B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors.

The emission factors for N₂O and NO are likely to have the correct order of magnitude.

4.9.3.2.3 Calculation file

GAS_EM\WE04.xls

4.9.3.2.4 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.3.2.6 Tables related to chapter 4.9.3.2

Emissions: EM1009.10, EM1009.41, EM1009.72
 Activities: AC1005.09
 Implied emission factors: IEF1009.09, IEF1009.35,
 IEF1009.61
 Additional information: AI1005PSH.14 to
 AI1005PSH.26

4.9.3.3 Fattening pigs

4.9.3.3.1 Calculation procedure

In principle, the calculation procedure follows the pathway outlined in the beginning of Chapter 4.9.

4.9.3.3.2 Activity data

Animal numbers:

Animal numbers can be taken over without any changes from the official census (StatLA C III 1 – vj 4).

Uncertainty of activity data

The uncertainty is likely to be in the order of magnitude of 5 % as for cattle.

4.9.3.3.3 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9:
 N excretion: 14 kg place⁻¹ a⁻¹
 $EF_{\text{NH}_3} = 6.39 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$

Detailed methodology:

The amount of N taken in with feeds is calculated for typical diet composition and rations in accordance with calculations of emissions from enteric fermentation (see Table 4.22). The amount of N retained is subtracted; the N content of the pigs' body is 0.00256 kg kg⁻¹ (LfL, 2004a). Normal diet and N and P reduced diet (so-called RAM

maler und N- und P-reduzierter Fütterung (RAM-Futter) wird unterschieden.

diet) are differentiated.

$$m_{\text{excr}} = \left((m_{\text{feed}11} \cdot x_{\text{feed}11} + m_{\text{feed}21} \cdot x_{\text{feed}21}) \cdot (1 - x_{\text{RAM}}) + (m_{\text{feed}12} \cdot x_{\text{feed}12} + m_{\text{feed}22} \cdot x_{\text{feed}22}) \cdot x_{\text{RAM}} \right) - \Delta W \cdot x_{\text{N}} \cdot n_{\text{round}}$$

where	m_{excreted}	amount of nitrogen excreted (in kg place ⁻¹ a ⁻¹)
	$m_{\text{feed}11}$	amount of nitrogen taken in with feed 11 (kg animal ⁻¹ N)
	$x_{\text{feed}11}$	nitrogen content of feed 11
	x_{phase}	share of pigs phase fed
	ΔW	weight gain (kg animal ⁻¹)
	x_{N}	nitrogen content of whole pig ($x_{\text{N}} = 0.026 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
	n_{round}	number of animal rounds (animal place ⁻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

Die N-Ausscheidungen bewegen sich um 16 kg Platz⁻¹ a⁻¹ für normale Fütterung und um 13 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N bei N-reduzierter Fütterung.

70 % der ausgeschiedenen N-Menge liegen als reduziertes N (TAN) vor.

Die NH₃-N-Emissionen im Stall wurden in Döhler et al. (2002) mit 3 kg Platz⁻¹ a⁻¹ für Vollspaltenböden und Teilspaltenböden in wärmege-dämmten Ställen mit Flüssigmist angegeben. Sie bezogen sich allerdings auf die Annahme, dass die Ausscheidungen insgesamt 13 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N betragen. Die Ausscheidung hätte nach heutigem Stand des Wissens (2005) auf 16 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N bezogen werden müssen. Die Emissionsfaktoren bezogen auf TAN betragen dann

$$EF_{\text{house, fp}} = 0,268 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

Weitere Einzelheiten sind Tabelle 4.68 zu entnehmen.

Die Häufigkeitsverteilung der Ställe, der Lagerungsformen für Gülle, Festmist und Jauche sowie die Ausbringungstechnik und die Einarbeitungszeit werden berücksichtigt.

Einzelheiten der Verfahren:

Reinigungszeiten für Mastschweinställe: 5 d Runde⁻¹ (KTBL, 2004).

Bei Schweinegülle und Lagerung im Tank wird ein NH₃-N-Verlust von 2 % bezogen auf TAN angenommen.

Für Jauche-Lagerung wurde angenommen, dass sich 100 % in Behältern mit fester Abdeckung befinden.

Die Güllebehandlung entspricht noch der von Rindergülle.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei beträgt für die Berechnung die mittlere Trockenmasse von 0,86 kg kg⁻¹ und der mittlere N-Gehalt 0,005 kg

Typical N excretions are 16 kg place⁻¹ a⁻¹ for normal feed and 13 kg place⁻¹ a⁻¹ for protein reduced feed.

70 % of the N excreted is ammoniacal N (TAN).

NH₃ emissions were reported to be 3 kg place⁻¹ a⁻¹ for fully and partly slatted floors in insulated animal houses and slurry by Döhler et al. (2002). They referred to an N excretion of 13 kg place⁻¹ a⁻¹ N. However, according to the present (2005) knowledge, excretions should have been related to 16 kg place⁻¹ a⁻¹ N. Thus, the emission factor related to TAN would have amounted to

$$EF_{\text{house, fp}} = 0.268 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$$

For further details see Table 4.68.

The frequency distribution of housing systems, storage systems for slurry, solid manure and leachate ("Jauche") were considered as well as the time of incorporation.

Management details:

Cleaning times for pig houses: 5 d round⁻¹ (KTBL, 2004)

For pig slurry and storage in a tank, NH₃-N losses of 2 % (related to TAN) are assumed.

For leachate ("Jauche") it is assumed that 100 % are stored in tanks with solid covers.

For slurry treatment, the assumption made still copy those for cattle.

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the calculation of straw N a mean dry matter content of 0.86 kg kg⁻¹ and a mean N content of 0.005 kg kg⁻¹ were assumed

kg⁻¹ (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

- Tretmist
1 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 1,6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Mehrflächenstall und Kistenstall
0,1 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0,16 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Außenklimaställe „Kennel house“
0,5 1 kg Platz⁻¹ d⁻¹ Stroh bzw. 0,8 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen.

Biogasgülle wird mangels entsprechender Daten nicht berücksichtigt.

Separierte Gülle weist eine geringere Viskosität auf. Die Emissionsminderung beträgt 50 % des Faktors für unbehandelte Gülle. Sie wird wegen fehlender Aktivitätsdaten noch nicht berücksichtigt.

Als Emissionsfaktoren (Breitverteiler) für *Jauche* werden 20 % (Ackerland) und 30 % (Grünland) angesetzt.

Die *Jauche* wird zu jeweils 50 % auf Ackerland ohne Einarbeitung und auf Grünland breit verteilt.

Alle partiellen Emissionsfaktoren für die *Ausbringung* beziehen sich auf TAN.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

EMEP(2002)-B1090-19 gibt generell 30 % für NH₃ an. Dieser Wert wird vorläufig übernommen.

Bei N₂O und NO dürfte die Größenordnung stimmen.

4.9.3.3.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\FP05.xls

4.9.3.3.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.9.3.3.6 *Tabellen zu Kapitel 4.9.3.3*

Emissionen: EM1009.11, EM1009.41, EM1009.72

Aktivitäten: AC1005.10

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.10, IEF1009.36, IEF1009.62

Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.27 bis AI1005PSH.39

according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

- deep litter (“Tretmist”)
1 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 1.6 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- “Mehrflächenstall und Kistenstall”
0.1 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 0.16 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- free ventilated “kennel house”
0.5 kg place⁻¹ d⁻¹ straw or 0.8 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

Fermented slurry is not taken into account to lack of data.

The viscosity of *liquid separate* is lower than of the respective untreated slurry. An emission reduction of 50 % was assumed for the spreading (related to untreated slurry).

The emission factors for leachate (“*Jauche*”) (broad-casting) 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.

Uncertainty of emission factors

The general value of 30 % for NH₃ is temporarily taken over from EMEP(2002)-B1090-19.

For N₂O and NO the order of magnitude is assumed to be correct.

4.9.3.3.4 *Calculation file*

GAS_EM\FP05.xls

4.9.3.3.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.9.3.3.6 *Tables related to chapter 4.9.3.3*

Emissions: EM1009.11, EM1009.41, EM1009.72

Activities: AC1005.10

Implied emission factors: IEF1009.10, IEF1009.36, IEF1009.62

Additional information: AI1005PSH.27 to AI1005PSH.39

4.9.3.4 Eber (NFR 4B8)

4.9.3.4.1 Rechenverfahren

Das verwendete Rechenverfahren folgt dem in Kapitel 4.9 eingangs erläuterten grundsätzlichen Weg.

Eber sind alle als solche in der Statistik bezeichneten Schweine.

where n_{bo} number of boars
 n_v animal numbers of type V in the German census (see Table 4.18)

4.9.3.4.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Der Fehler dürfte entsprechend dem der übrigen Schweine unter 5 % liegen.

4.9.3.4.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Eber werden in EMEP(2002)-B1090-9 nicht berücksichtigt.

Detailliertes Verfahren:

N-Ausscheidungen:

LfL (2004a) gibt für Zuchteber eine N-Ausscheidung von 26 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N an.

Das Verfahren zur Berechnung von partiellen Emissionsfaktoren entspricht dem von Sauen.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Wie bei Sauen gilt die Annahme von EMEP (2002)-B1090-19 mit 30 % Unsicherheit für die NH₃-Emissionsfaktoren.

Die Emissionsfaktoren für N₂O und NO sind wahrscheinlich größenordnungsmäßig richtig.

4.9.3.4.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\BO04.xls

4.9.3.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.3.4.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.3.4

Emissionen: EM1009.12, EM1009.43,
EM1009.74
Aktivitäten: AC1005.11

4.9.3.4 Boars (NFR 4B8)

4.9.3.4.1 Calculation procedure

In principle, the calculation procedure follows the pathway outlined in the beginning of Chapter 4.9.

Boars form an own subcategory in the German census.

$$n_{bo} = n_v$$

4.9.3.4.2 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

Uncertainty of activity data

The uncertainty is likely to be in the order of magnitude of 5 % as for other pigs.

4.9.3.4.3 Emission factors

Simpler methodology:

Boars are not taken into account in EMEP(2002)-B1090-9.

Detailed Methodology:

N excreted:

LfL (2004a) provide data on the N excretion of boars of 26 kg place⁻¹ a⁻¹ N.

The procedure to describe partial emission factors reflects that for fattening pigs.

Uncertainty of emission factors

As for sows the assumptions of EMEP (2002) - B1090-19 of an uncertainty of 30 % for NH₃ emission factors are likely to be valid.

The emission factors for N₂O and NO are likely to have the correct order of magnitude.

4.9.3.4.4 Calculation file

GAS_EM\BO04.xls

4.9.3.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.3.4.6 Tables related to chapter 4.9.3.4

Emissions: EM1009.12, EM1009.43, EM1009.74
Activities: AC1005.11
Implied emission factors: IEF1009.11,

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.11,
IEF1009.37, IEF1009.63
Zusätzliche Informationen: —

4.9.4 Schafe (SNAP 100905, NFR 4B3, 4B4)

4.9.4.1 Rechenverfahren

Schafe stellen für keine der N-Spezies eine Hauptquellgruppe dar. Die Berechnung der Emissionen erfolgt durchgängig nach einem verbesserten, nationale Gegebenheiten berücksichtigenden Verfahren. Lämmer und andere Schafe werden teilweise unterschieden.

4.9.4.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Die deutsche Tierzählung unterscheidet

- Schafe unter 1 Jahr (einschließlich Lämmer)
- weibliche Schafe zur Zucht (einschließlich Jährlinge)
- Schafböcke zur Zucht
- Hammel und übrige Schafe

Verwendet werden die nach Dämmgen (2005) korrigierten Tierzahlen für Lämmer und alle übrigen Schafe (other sheep).

prior to 1999:

$$n_{\text{lamb}} = n_{\text{ewes}} \cdot f_{\text{lamb}}$$

$$n_{\text{other sheep}} = n_{\text{sheep}} - n_{\text{lamb}} = n_{\text{ewes}} \cdot (f_{\text{sheep}} - f_{\text{lamb}})$$

where	n_{lamb}	number of lambs
	n_{ewes}	number of ewes
	f_{lamb}	factor to derive number of lambs
	$n_{\text{other sheep}}$	number of sheep other than lambs
	n_{sheep}	total number of sheep
	f_{sheep}	factor to derive total number of sheep

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheit der Tierzahlen und die Unsicherheit der Korrektur führen zu einer geschätzten Unsicherheit von insgesamt 10 %.

4.9.4.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Eine N-Ausscheidung von 20 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N für Mutterschafe einschließlich der Lämmer, Hammel und Böcke wird hier angenommen.

$$EF_{\text{NH}_3} = 0,46 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

IEF1009.37, IEF1009.63
Additional information: —

4.9.4 Sheep (SNAP 100905, NFR 4B3, 4B4)

4.9.4.1 Calculation procedure

Sheep are not considered to be a key source for any of the N species. The calculations make use of some national data (improved methodology). In some cases, lambs and other sheep are taken into account as sub-categories.

4.9.4.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 –vj 4

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

This inventory uses animal numbers of lambs and of all other sheep as corrected according to Dämmgen (2005).

Uncertainty of activity data

The uncertainty of animal numbers and the uncertainties caused by the correction procedure are assumed to add up to 10 %.

4.9.4.3 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

The simpler methodology assumes an N excretion of 20 kg place⁻¹ a⁻¹ N for ewes, which includes the excretions of the lambs and the wethers.

$$EF_{\text{NH}_3} = 0.46 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

Verbessertes Verfahren

N-Ausscheidungen:

- Schafe unter 1 Jahr (einschließlich Lämmer)
3 kg Tier⁻¹ a⁻¹ N (Angabe für Lämmer, Intensivmast)
 - alle anderen Schafe 10 kg Tier⁻¹ a⁻¹ N
- Quelle: LfL (2004a)

TAN-Gehalt: 40 %

Einstreu im Mutterschafestall während der Stallzeit:

60 kg a⁻¹ (Trockenmasse)
Quelle: KTBL (2004), S. 418

Produktionsverfahren und partielle Emissionsfaktoren:

In Deutschland sind 71 % der Schlachtlämmer aus Stallmast, 24 % aus Stallendmast und nur 5 % aus Weidmast (LKV, 2003).

Erwachsene Tiere sind 10 Monate pro Jahr ganztägig auf der Weide. Der NH₃-Emissionsfaktor beträgt 7,5 % bezogen auf Gesamt-N.

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Jauchebildung findet nicht statt. Der Emissionsfaktor beträgt 30 % bezogen auf TAN. Die Einstreumenge ist hinreichend zur Immobilisierung von 40 % des TAN. Der Mist wird im Haufen gelagert und nach Ausbringung nicht eingearbeitet. Die NH₃-Emissionsfaktoren sind 60 % (Lager) und 90 % (Ausbringung) bezogen auf TAN. (Quelle: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof)

Die Berechnungen werden für Lämmer und andere Schafe getrennt durchgeführt.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Ein Fehler von größenordnungsmäßig 30 % wird für NH₃ angenommen.

Für die oxidierten Spezies ist die Größenordnung richtig.

4.9.4.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\Ew05.xls für alle Tiere außer Lämmern,
GAS_EM\La02.xls für alle Lämmer

4.9.4.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2.5.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.4

Emissionen: EM1009.14, EM1009.15,
EM1009.45, EM1009.46, EM1009.76,

Improved methodology

N excreted:

- sheep younger than 1 year (including lambs)
3 kg animal⁻¹ a⁻¹ N (figure for intensive fattening)
 - all other sheep 10 kg animal⁻¹ a⁻¹ N
- Source: LfL (2004a)

TAN content: 40 %

Bedding in ewe houses during the period of housing:

60 kg a⁻¹ (dry matter)
source: KTBL (2004), pg. 418

Production process and partial emission factors:

In Germany, 71 % of the lambs produced for slaughter are fattened in the house all the time, 24 % for the final phase of fattening, and only 5 % are fattened on pastures. (LKV, 2003).

Adult sheep spend 10 months per year on pastures (all day). The emission factor for grazing is 7.5 % of TAN.

In the house sheep are kept on bedding. Leachate is not formed. The emission factor for the house is 30 % related to TAN. The amount of bedding material is sufficient to immobilize 40 % of TAN. The manure is stored in a heap and not incorporated after application. NH₃ emission factors for storage are 60 % and 90 % for application, related to TAN (source: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof).

Calculations differentiate between lambs and all other sheep.

Uncertainty of emission factors

For NH₃, an uncertainty of 30 % is assumed.

For the oxidized species, the order of magnitude is likely to be correct.

4.9.4.4 Calculation files

GAS_EM\Ew05.xls for all sheep except lambs,
GAS_EM\La02.xls for all lambs

4.9.4.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.4.6 Tables related to chapter 4.9.4

Emissions: EM1009.14, EM1009.15, EM1009.45,
EM1009.46, EM1009.76, EM1009.77

EM1009.77
 Aktivitäten: AC1005.13 bis AC1009.16
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.13,
 IEF1009.39, IEF1009.65
 Zusätzliche Informationen: AI1009PSH.48 to
 AI1009PSH.60

4.9.5 Ziegen

4.9.5.1 Rechenverfahren

Ziegen sind sicherlich keine Hauptquelle für die Emission von Stickstoff-Spezies. Ein verbessertes Verfahren wird angewendet.

4.9.5.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen für Ziegen insgesamt aus Schätzungen des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft bzw. seinen Vorläuferorganisationen

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wir gehen von einem Fehler in der Größenordnung von 10 % aus.

4.9.5.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

EMEP(2002)-B1090-9 gibt ein einfacheres Verfahren in Anlehnung an Schafe an. Die Werte für Schafe können nicht übernommen werden, da für Deutschland nur die Gesamtzahl der Ziegen bekannt ist. Der Bezug zu Mutterziegen kann daher nicht nachvollzogen werden.

Verbessertes Verfahren

N-Ausscheidungen:

Die offiziell verfügbaren deutschen Zahlen LfL (2004a) sehen für Ziegen, alle Tiere, eine Ausscheidung von 11 kg Tier⁻¹ a⁻¹ N vor. Dieser Wert wird in den Rechnungen verwendet.

Die Emissionsfaktoren werden aus der Schafhaltung übernommen: Es wird angenommen, dass 50 % der Ziegen nur im Stall sind, 50 % ganztägig auf der Weide. Die Weideperiode beträgt 250 d a⁻¹. (Quelle: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, Privatmitteilung Rolf Lückhof)

Im Stall befinden sich die Tiere auf eingestreuten Böden. Die Einstreumenge ist hinreichend zur Immobilisierung von 40 % des TAN. Der Mist wird im Haufen gelagert und nach der Ausbringung nicht eingearbeitet.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Annahme eines Fehlers von 50 % erscheint angemessen für NH₃.

Activities: AC1005.13 to AC1009.16
 Implied emission factors: IEF1009.13,
 IEF1009.39, IEF1009.65
 Additional information: AI1009PSH.48 to
 AI1009PSH.60

4.9.5 Goats

4.9.5.1 Calculation procedure

Definitely, goats are not a key source for any nitrogen species. An improved methodology is applied.

4.9.5.2 Activity data

Animal numbers for all goats as official estimates of the Federal Ministry of Consumer Protection, Nutrition and Agriculture and its predecessors, respectively.

Uncertainty of activity data

We assume an uncertainty in the order of magnitude of 10 %.

4.9.5.3 Emission factors

Simpler methodology:

EMEP(2002)-B1090-9 provides a simpler methodology following that for sheep. However, as only the total number of goats is known, this approach cannot be applied as the number of nanny-goats is not known.

Improved methodology

N excreted:

The data on N excretion available for Germany is 11 kg animal⁻¹ a⁻¹ N for all animals (LfL, 2004a). All calculations are based on this figure.

Emission factors are taken over from sheep husbandry. However, it is assumed that 50 % of the animals are housed permanently, whereas 50 % are grazing all day. The grazing period lasts 250 d a⁻¹. (Source: Vereinigung deutscher Landesschafzuchtverbände, VDL, Landesverband Hessen, private communication Rolf Lückhof)

In the house, goats are kept on bedding. The amount of bedding is sufficient to allow an immobilization of 40 % of the TAN excreted. Manure is stored in a heap; there is no incorporation after application.

Uncertainty of emission factors

An uncertainty of 50 % is assumed to be appropriate for NH₃.

Für die anderen Gase ist die Größenordnung wahrscheinlich richtig.

For the other gases, the order of magnitude may be correct..

4.9.5.4 *Arbeitsmappe*

4.9.5.4 *Calculation file*

GAS_EM\Go02.xls

GAS_EM\Go02.xls

4.9.5.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

4.9.5.5 *Resolution in space and time*

Bundesrepublik, 1 Jahr

Federal Republik, 1 year

4.9.5.6 *Tabellen zu Kapitel 4.9.5*

4.9.5.6 *Tables related to chapter 4.9.5*

Emissionen: EM1009.17, EM1009.48,
EM1009.79
Aktivitäten: AC1005.17
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.14,
IEF1009.40, IEF1009.66
Zusätzliche Informationen: —

Emissions: EM1009.17, EM1009.48, EM1009.79
Activities: AC1005.17
Implied emission factors: IEF1009.14,
IEF1009.40, IEF1009.66
Additional information: —

4.9.6 *Pferde (SNAP 100906, NFR 4B6, 4B7)*

4.9.6 *Horses (SNAP 100906, NFR 4B6, 4B7)*

Die deutsche Statistik unterscheidet Großpferde und Kleinpferde (Ponys). Esel und Maultiere werden nicht erfasst.

German census data allow for a differentiation between heavy and light horses. Asses and mules are not counted.

4.9.6.1 *Rechenverfahren*

4.9.6.1 *Calculation procedure*

Pferde sind keine Hauptquellgruppe für Emissionen stickstoffhaltiger Spurengase. Die Emissionen werden nach verbesserten Verfahren unter Verwendung nationaler Daten berechnet.

Horses are not a key source of trace gases containing nitrogen. The emissions are calculated using an improved methodology with national data.

4.9.6.2 *Aktivitätsdaten*

4.9.6.2 *Activity data*

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4
Unterschieden werden Kleinpferde (Ponys) und sonstige Pferde.

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4
Light horses (ponies) and other horses are differentiated.

Tierzahlen für Esel und Maultiere werden nicht in der offiziellen Statistik ausgewiesen. Deren Anzahl ist so gering, dass die Emissionen vernachlässigt werden.

Animal numbers for mules and asses are not given in the official statistics. However, their number is so small that the respective emissions are thought to be negligible.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Uncertainty of activity data

Der systematische Fehler ist nicht quantifizierbar. Er dürfte in der Größenordnung von 100 % liegen.

The systematic error cannot be quantified. It is likely to be in the order of magnitude of 100 %.

Die verwendeten Tierzahlen wurden korrigiert. Der Fehler liegt hier (geschätzt) bei 20 %.

The animal numbers used were corrected. The uncertainty resulting from this step is estimated to be 20 %.

4.9.6.3 *Emissionsfaktoren*

4.9.6.3 *Emission factors*

Einfacheres Verfahren:

EMEP(2002)-B1090-9 sieht N-Ausscheidungen in der Größenordnung von 50 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N vor. Der Emissionsfaktor ist $EF_{\text{NH}_3} = 5,1 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

Simpler methodology:

EMEP(2002)-B1090-9 uses a N excretion of about 50 kg place⁻¹ a⁻¹; the emission factor is $EF_{\text{NH}_3} = 5,1 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$.

Verbessertes Verfahren:

Nach LWK-NW (2005) werden von Reitpferden bei gemischter Stall-/Weidehaltung (Gewicht 500 bis 600 kg Tier⁻¹) und leichter Arbeit 53,6 kg Tier⁻¹ a⁻¹ N ausgeschieden, bei einem Reitpony (350 kg Tier⁻¹) bei Stall-/Weidehaltung 33,4 kg Tier⁻¹ a⁻¹ N.

Das Verfahren für Mastrinder wird sinngemäß angewandt. Es wird angenommen, dass auch bei halbtägiger Weidehaltung 90 % des N im Stall ausgeschieden werden. Weiterhin wird angenommen, dass die Weideperiode 180 d a⁻¹ beträgt und dass alle Tiere 10 h d⁻¹ weiden.

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Annahme eines Fehlers von 50 % erscheint angemessen für NH₃.

Für die anderen Gase ist die Größenordnung wahrscheinlich richtig.

4.9.6.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\HO02.xls

4.9.6.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.6.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.6

Emissionen: EM1009.18 bis EM1009.20, EM1009.49 bis EM1009.51, EM1009.80 bis EM1009.83

Aktivitäten: AC1005.18 bis AC1005.20

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.15 to IEF1009.17, IEF1009.41 to IEF1009.43, IEF1009.67 to IEF1009.69

Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.61 bis AI1005PSH.70

4.9.7 Legehennen (SNAP 100907, NFR 4B9)

4.9.7.1 Rechenverfahren

Die Geflügel-Haltung insgesamt gilt nach EMEP (2005) als Hauptquellgruppe für Ammoniak.

Die Berechnung der Emissionen aus der Haltung von Legehennen erfolgt unter Verwendung nationaler Daten für N-Ausscheidungen, Haltings-, Lagerungs- und Ausbringungsverfahren.

Angenommen werden 250 bis 260 Platz⁻¹ a⁻¹ Eier mit 17,1 kg Platz⁻¹ a⁻¹ Eimasse, 50 kg Platz⁻¹ a⁻¹ Zuwachs und 94 % Belegung. Das mittlere Lebendgewicht liegt bei 1,48 kg Tier⁻¹.

Improved Methodology:

According to LWK-NW (2005) saddle-horses with a weight of 500 to 600 kg animal⁻¹ with mixed stabling and grazing and occasional work excrete 53.6 kg animal⁻¹ a⁻¹ N, light horses or ponies of 350 kg animal⁻¹ excrete about 33.4 kg animal⁻¹ a⁻¹ N under the same conditions.

The methodology used for beef cattle is applied by analogy. If horses are kept outdoors part of the day, it is assumed that 90 % of the N is excreted within the stables. Further assumptions are a duration of the grazing period of 180 d a⁻¹, with a daily grazing time of 10 h d⁻¹.

Uncertainty of emission factors

An uncertainty of 50 % is assumed to be appropriate for NH₃.

For the other gases, the order of magnitude may be correct.

4.9.6.4 Calculation file

GAS_EM\HO02.xls

4.9.6.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.6.6 Tables related to chapter 4.9.6

Emissions: EM1009.18 to EM1009.20, EM1009.49 to EM1009.51, EM1009.80 to EM1009.83

Activities: AC1005.18 to AC1005.20

Implied emission factors: IEF1009.15 to IEF1009.17, IEF1009.41 to IEF1009.43, IEF1009.67 to IEF1009.69

Additional information: AI1005PSH.61 to AI1005PSH.70

4.9.7 Laying Hens (SNAP 100907, NFR 4B9)

4.9.7.1 Calculation procedure

Poultry production as a whole is considered to be a key source of ammonia (EMEP. 2005).

The calculation of emissions makes use of national data for N excretion and reflects the German situation with respect to housing and manure storage and application.

We assume an egg production rate of 250 to 260 eggs per year with a total mass of 17.1 kg place⁻¹ a⁻¹, a mean growth rate of 50 kg place⁻¹ a⁻¹ and an occupation rate of 94 %. The mean live weight is 1.48 kg animal⁻¹.

Es wird zwischen Standard- und N/P-reduzierter Fütterung unterschieden.

Conventional and N/P reduced feeding are distinguished.

4.9.7.2 *Aktivitätsdaten*

4.9.7.2 *Activity data*

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Uncertainty of activity data

Der in Dämmgen (2005) angegebene systematische Fehler von 5 % muss mit einer statistischen Unsicherheit verknüpft werden. Eine Gesamtunsicherheit von 10 % erscheint angemessen.

A bias of about 5 % (see Dämmgen, 2005) is to be combined with a statistical uncertainty. An overall uncertainty of 10 % is assumed.

4.9.7.3 *Emissionsfaktoren*

4.9.7.3 *Emission factors*

Einfacheres Verfahren:

Simpler methodology:

N-Ausscheidung: 0,8 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

NH₃: see EMEP(2002)-B1090-9

NH₃: siehe EMEP(2002)-B1090-9

N₂O: see IPCC(1996)-3-4.104

N₂O: siehe IPCC(1996)-3-4.104

NO und N₂: Es wird angenommen, dass die NO-Emissionsfaktoren gleich denen für N₂O sind und die N₂-Emissionen im Mittel 3mal so groß sind wie die N₂O-Emissionen.

NO and N₂: It is assumed that NO emission factors are of the same magnitude as N₂O emission factors. Mean N₂ emissions are approx. seven times the amount of N₂O emissions.

Detailliertes Verfahren:

Detailed methodology:

Nach KTBL (2004) werden bei Standardfütterung 0,74 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N, für N-reduzierte Fütterung 0,71 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N angesetzt.

According to KTBL (2004), pg. 491, a N excretion of 0.74 kg place⁻¹ a⁻¹ N is assumed for normal feeding, and of 0.71 kg place⁻¹ a⁻¹ N for N/P reduced feeding.

Die partiellen Emissionsfaktoren gehen aus den Tabellen 4.69 bis 4.71 hervor.

The partial emission factors are listed in Tables 4.69 to 4.71.

Table 4.69
Partial emission factors for ammonia losses from storage of poultry excreta (related to TAN)

cages	with dung pit		0.337	kg kg ⁻¹ N
	with dung belt	without drying	0.162	kg kg ⁻¹ N
aviary		with drying	0.042	kg kg ⁻¹ N
		with dung drying	0.101	kg kg ⁻¹ N
floor management	free range		0.351	kg kg ⁻¹ N

Source: Döhler et al. (2002)

Table 4.70
Partial emission factors for nitrogen oxides losses from storage of poultry excreta (related to TAN)

N ₂ O emissions	solid storage	0.020	kg kg ⁻¹ N
NO emissions	solid storage	0.020	kg kg ⁻¹ N
N ₂ emissions	solid storage	0.140	kg kg ⁻¹ N

Source: EMEP(2002)-B1090-9

Table 4.71
Partial emission factors for ammonia losses from application of poultry manure (related to TAN)

broad cast	without incorporation	90%	kg kg ⁻¹ N	
broad cast	incorporation within 1 h	100%	%	reduction
broad cast	incorporation within 4 h	80%	%	compared
broad cast	incorporation within 6 h	61%	%	with reference
broad cast	incorporation within 12 h	56%	%	
broad cast	incorporation within 24 h	50%	%	
broad cast	incorporation within 48 h	0%	%	

Source: Döhler et al. (2002)

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Für NH₃ werden vorläufig die in EMEP(2002)-B-1090-19 angegebenen 30 % angenommen. Für die oxidierten N-Spezies ist die Größenordnung wahrscheinlich zutreffend.

4.9.7.4 *Arbeitsmappe*

GAS_EM\Lh02.xls

4.9.7.5 *Räumliche und zeitliche Auflösung*

Landkreise, 1 Jahr

4.9.7.6 *Tabellen zu Kapitel 4.9.7*

Emissionen: EM1009.21, EM1009.52, EM1009.83

Aktivitäten: AC1005.21

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.18, IEF1009.44, IEF1009.71

Zusätzliche Informationen: AI1005POU.01 bis AI1005POU.04

4.9.8 *Masthähnchen und –hühnchen (SNAP 100908, NFR 4B9)*

4.9.8.1 *Rechenverfahren*

Die Geflügel-Haltung insgesamt gilt nach EMEP (2005) als Hauptquellgruppe für NH₃. Das Rechenverfahren für die Haltung von Mastgeflügel trägt dem nur teilweise Rechnung.

4.9.8.2 *Aktivitätsdaten*

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Angaben für Legehennen werden sinngemäß übernommen. Eine Unsicherheit von 10 % wird für angemessen gehalten.

4.9.8.3 *Emissionsfaktoren*

Einfacheres Verfahren:
siehe Kapitel 4.9.7.2

Detailliertes Verfahren:

Angenommen wurden 13 bis 14 kg Platz⁻¹ a⁻¹ Zuwachs bei etwa 7 Mastdurchgängen pro Jahr. Unterschieden werden weiterhin „normale“ und N/P-reduzierte Fütterung.

N-Ausscheidungen:

Nach KTBL (2004), S. 515, werden bei Standardfütterung 0,41 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N, für N-

Uncertainty of emission factors

For NH₃, the uncertainties given in EMEP(2002)-B-1090-19, i.e. 30 %, are assumed temporarily. For the oxidized N species the order of magnitude is probably appropriate.

4.9.7.4 *Calculation file*

GAS_EM\Lh02.xls

4.9.7.5 *Resolution in space and time*

Rural districts, 1 year

4.9.7.6 *Tables related to chapter 4.9.7*

Emissions: EM1009.21, EM1009.52, EM1009.83

Activities: AC1005.21

Implied emission factors: IEF1009.18, IEF1009.44, IEF1009.71

Additional information: AI1005POU.01 to AI1005POU.04

4.9.8 *Broilers (SNAP 100908, NFR 4B9)*

4.9.8.1 *Calculation procedure*

Poultry production as a whole is considered to be a key source of NH₃ (EMEP, 2005). The calculation procedure for broilers reflects this only partly.

4.9.8.2 *Activity data*

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

Die data for laying hens are taken over by analogy. An uncertainty of 10 % is assumed to be appropriate.

4.9.8.3 *Emission factors*

Simpler methodology:
see chapter 4.9.7.2

Detailed methodology:

We assume a mean growth rate of 13 to 14 kg place⁻¹ a⁻¹ with about 7 animal rounds per year. In addition, we differentiate between conventional and N/P reduced feed.

N excreted:

According to KTBL (2004), Pg. 515, N excretions are 0.41 kg place⁻¹ a⁻¹ N and 0.36 kg place⁻¹

reduzierte Fütterung 0,36 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N angesetzt.

TAN-Gehalt: 70 %

Partielle Emissionsfaktoren:

Haltung: 13,8 % bezogen auf N für Haltung mit Einstreu (Döhler et al., 2002), alle anderen partiellen Emissionsfaktoren wie Legehennen (Tabellen 4.69 bis 4.71).

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Eine Gesamtunsicherheit von 10 % erscheint angemessen.

4.9.8.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Br01.xls

4.9.8.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.8.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.8

Emissionen: EM1009.22, EM1009.53, EM1009.84
Aktivitäten: AC1005.22
Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.19, IEF1009.45, IEF1009.71
Zusätzliche Informationen: AI1005POU08

4.9.9 Weiteres Geflügel: Gänse, Enten, Puten, Junghennen (SNAP 100909, NFR 4B10)

4.9.9.1 Rechenverfahren

Obschon die Geflügel-Haltung insgesamt nach EMEP (2005) als Hauptquellgruppe gilt, werden für „weiteres Geflügel“ nur einfachere Rechenverfahren angewandt. Ein detailliertes Verfahren existiert nicht. Nationale Daten werden verwendet, wo immer dies möglich ist.

4.9.9.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:

StatLA C III 1 – vj 4

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Angaben für Legehennen werden sinngemäß übernommen. Eine Unsicherheit von 10 % wird für angemessen gehalten.

4.9.9.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe Kapitel 4.9.7.2

a⁻¹ N for normal and N/P reduced feed, respectively.

TAN content: 70 %

Partial emission factors:

Housing: 13.8 % related to N for bedded systems according to Döhler et al. (2002), all other partial emission factors as for laying hens (see Tables 4.69 to 4.71).

Uncertainty of emission factors

An overall uncertainty of 10 % is assumed.

4.9.8.4 Calculation file

GAS_EM\Br01.xls

4.9.8.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.8.6 Tables related to chapter 4.9.8

Emissions: EM1009.22, EM1009.53, EM1009.84
Activities: AC1005.22
Implied emission factors: IEF1009.19, IEF1009.45, IEF1009.71
Additional information: AI1005POU08,

4.9.9 Other Poultry: geese, ducks, turkeys, pullets (SNAP 100909, NFR 4B10)

4.9.9.1 Calculation procedure

Although poultry production as a whole is rated a key source, the calculation procedures for “other poultry” are simpler methodologies. A detailed methodology does not exist. National information is used wherever possible.

4.9.9.2 Activity data

Animal numbers:

StatLA C III 1 – vj 4

Uncertainty of activity data

Die data for laying hens are taken over by analogy. An uncertainty of 10 % is assumed to be appropriate.

4.9.9.2 Emission factors

Simpler methodology:

see chapter 4.9.7.2

Verbessertes Verfahren:

Beim detaillierten Verfahren wird zwischen Gänsen, Enten, Puten und Junghennen unterschieden.

N-Ausscheidungen

- Gänse: 0,73 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N (Privatmitt. R. Timmler, Universität Halle-Wittenberg)
- Enten: 0,6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N (Privatmitt. R. Timmler, Universität Halle-Wittenberg)
- Puten: Nach KTBL (2004), S. 530, werden bei Standardfütterung 2,07 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N, für N-reduzierte Fütterung 1,89 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N angesetzt.
- Junghühner: 0,28 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N (KTBL 2004), S. 498.

Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“

- Gänse: 0,055 kg kg⁻¹ bezogen auf N_{tot}, default-Wert Geflügel (EMEP(2002)-B1090-9)
- Enten: 0,20 kg kg⁻¹ bezogen auf N_{tot}, (Döhler et al., 2002)
- Puten: 0,40 kg kg⁻¹ bezogen auf N_{tot} (Döhler et al., 2002)
- Junghühner: 0,357 kg kg⁻¹ bezogen auf N_{tot} (Döhler et al., 2002)

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“

Alle Kategorien: default-Wert Geflügel (EMEP (2002)-B1090-9) (Tabelle 4.69)

Partielle Emissionsfaktoren „Ausbringung“

Alle Kategorien: 0,50 kg kg⁻¹ des vorhandenen TAN.

Unsicherheiten der Emissionsfaktoren

Eine Gesamtunsicherheit von 10 % erscheint angemessen.

4.9.9.4 Arbeitsmappen

GAS_EM\Ge01.xls, GAS_EM\Du01.xls,
GAS_EM\Tu01.xls, GAS_EM\Pu01.xls

4.9.9.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.9.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.9

Emissionen: EM1009.23 bis EM1009.27,
EM1009.54 bis EM1009.58, EM1009.85 bis
EM1009.89
Aktivitäten: AC1005.23 to AC1005.26

Improved methodology:

The detailed methodology for “other poultry” differentiates between geese, ducks, turkeys, and pullets.

N excreted

- Geese: 073 kg place⁻¹ a⁻¹ N (private communication R. Timmler, University of Halle-Wittenberg)
- Ducks: 0.6 kg place⁻¹ a⁻¹ N (private communication R. Timmler, University of Halle-Wittenberg)
- Turkeys: According to KTBL (2004), pg. 530, 2.07 kg place⁻¹ a⁻¹ N and 1.89 kg animal⁻¹ a⁻¹ N are recommended for normal and N/P reduced feeds, respectively.
- Pullets: 0.28 kg place⁻¹ a⁻¹ (KTBL, 2004, pg. 498)

Partial emission factors “housing”

- Geese: default value “poultry“ (0.055 kg kg⁻¹ related to N_{tot}) (EMEP(2002)-B1090-9)
- Ducks: 0.20 kg kg⁻¹ related to N_{tot} Döhler et al. (2002)
- Turkeys: 0.40 kg kg⁻¹ related to N_{tot} Döhler et al. (2002)
- Pullets: 0.357 kg kg⁻¹ related to N_{tot} Döhler et al. (2002)

Partial emission factors “storage”

All categories: default value poultry (EMEP-B1050-9) (Table 4.69)

Partial emission factors “spreading”

All categories: 0.50 kg kg⁻¹ of the TAN remaining.

Uncertainty of emission factors

An overall uncertainty of 10 % is assumed.

4.9.9.4 Calculation files

GAS_EM\Ge01.xls, GAS_EM\Du01.xls,
GAS_EM\Tu01.xls, GAS_EM\Pu01.xls

4.9.9.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.9.9.6 Tables related to chapter 4.9.9

Emissions: EM1009.23 to EM1009.27,
EM1009.54 to EM1009.58, EM1009.85 to
EM1009.89
Activities: AC1005.23 to AC1005.26

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.20 bis IEF1009.24, IEF1009.46 bis IEF1009.50, IEF1009.72 bis IEF1009.76

Zusätzliche Informationen: AI1005POU.09 bis AI1009POU.26

**4.9.10 Pelztiere
(SNAP 100510, NFR 4B13)**

4.9.10.1 Rechenverfahren

Pelztiere sind in Deutschland keine Hauptquellgruppe. Ihre Haltung wird in Deutschland eher abnehmen. Es wurde daher in einer beispielhaften Untersuchung geklärt, ob die Erfassung der Emissionen aus der Pelztierhaltung überhaupt relevant ist.

Das einfache Rechenverfahren wird angewandt.

4.9.10.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen für Pelztiere werden nicht offiziell erhoben. Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft hat die Zahlen für das Jahr 2000 durch Umfragen bei den entsprechenden Länderdienststellen erfragt. Die Rekonstruktion einer Zeitreihe von Tierzahlen erscheint nicht möglich. Die ermittelten Tierzahlen sind in Tabelle 4.72 zusammengestellt.

Table 4.72
Fur animals, animal numbers 2000, data obtained by inquiry

	Minks	Foxes	Nutria	Chinchilla	Hamster	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
SA	750	50	0	0	0	0
SH	8000	0	0	150	0	0
TH	0	0	0	1778	6832	200
Stadtstaaten	0	0	0	0	0	0
Germany	88850	100	80	4514	6832	200

Unsicherheit der Aktivitätsdaten
Die Größenordnung stimmt.

4.9.10.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:
siehe EMEP(2002)-B1090-9

Implied emission factors: IEF1009.20 bis IEF1009.24, IEF1009.46 to IEF1009.50, IEF1009.72 to IEF1009.76

Additional information: AI1005POU.09 to AI1009POU.26

**4.9.10 Fur animals
(SNAP 100510, NFR 4B13)**

4.9.10.1 Calculation procedure

Fur animals are no key source in Germany. The production of furs is likely to decrease in Germany. An exemplary investigation was made to find out whether or not fur animals contribute significantly to emissions at all.

A simpler methodology is applied.

4.9.10.2 Activity data

Animal numbers for fur animals are not part of the official statistics. The Federal Ministry of Consumer Protection, Nutrition and Agriculture obtained animal numbers for the year 2000 by inquiry from the respective Länder departments. The reconstruction of a time series of animal numbers is unlikely to be successful. The animal numbers reported are listed in Table 4.72.

Uncertainty of activity data
The order of magnitude is correct.

4.9.10.3 Emission factors

Simpler methodology:
see EMEP(2002)-B1090-9

Emissionsfaktoren existieren nur für die Fleischfresser unter diesen Pelztieren. (Die Tiere außer Nerzen und Füchsen sind Nagetiere). Die Emissionsfaktoren beziehen sich auf die Anzahl der Muttertiere und schließt die Ausscheidungen der Jungtiere mit ein.

$$EF_{\text{NH}_3} = 0,169 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0,082 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$$

$$EF_{\text{NO}} = 0,082 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO}$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Größenordnung stimmt.

4.9.10.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\FA01.xls

4.9.10.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, Daten nur für 1 Jahr

4.9.10.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.2.5

Emissionen: EM1009.29, EM1009.60, EM1009.91
 Aktivitäten: AC1005.28
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.25,
 IEF1009.51, IEF1009.77
 Zusätzliche Informationen: —

Die Emissionen aus der Pelztierhaltung betragen für 2000:

$$\text{NH}_3: 0,15 \text{ Gg a}^{-1} \text{ NH}_3$$

$$\text{N}_2\text{O}: 0,21 \text{ Gg a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$$

$$\text{NO}: 0,21 \text{ Gg a}^{-1} \text{ NO}$$

Der Vergleich dieser Emissionen mit den Gesamtemissionen aus landwirtschaftlichen Quellen von etwa 600 Gg a⁻¹ NH₃, 100 Gg a⁻¹ N₂O und 70 Gg a⁻¹ NO und die Tatsache, dass die Pelztierhaltung in Deutschland nicht mehr gestattet sein wird, lassen es geboten erscheinen, die Emissionen aus der Pelztierhaltung für so geringfügig zu halten, dass sie keine weitere Berücksichtigung im Inventar finden.

4.9.11 Büffel (SNAP 100510, NFR 4B13)

4.9.11.1 Rechenverfahren

Emissionen aus der Büffel-Haltung sind keine Hauptquelle. Die Anwendung des einfachen Verfahrens ist hinreichend.

4.9.11.2 Aktivitätsdaten

Privatmitteilung Deutscher Büffel-Verband

Among these species, emission factors exist for carnivores only. All animals apart from minks and foxes are rodents. The emission factors are related to the numbers of brood animals; the excretions of the young animals are included:

$$EF_{\text{NH}_3} = 0.169 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0.082 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$$

$$EF_{\text{NO}} = 0.082 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO}$$

Uncertainty of emission factors

The order of magnitude is correct.

4.9.10.4 Calculation file

GAS_EM\FA01.xls

4.9.10.5 Resolution in space and time

Federal states, data for 1 single year available

4.9.10.6 Tables related to chapter 4.9.10

Emissions: EM1009.29, EM1009.60, EM1009.91
 Activities: AC1005.28
 Implied emission factors: IEF1009.25, IEF1009.51,
 IEF1009.77
 Additional information: —

For 2000, emissions from the production of fur animals added up to

$$\text{NH}_3: 0.15 \text{ Gg a}^{-1} \text{ NH}_3$$

$$\text{N}_2\text{O}: 0.21 \text{ Gg a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$$

$$\text{NO}: 0.21 \text{ Gg a}^{-1} \text{ NO}$$

If one compares these emissions with the total of agricultural emissions of about 600 Gg a⁻¹ NH₃, 100 Gg a⁻¹ N₂O and 70 Gg a⁻¹ NO and considers the fact that rearing of animals for fur production is decreasing and will be forbidden in Germany, it seems appropriate to omit fur animals from future inventories, as their contribution is negligible.

4.9.11 Buffalo (SNAP 100510, NFR 4B13)

4.9.11.1 Calculation procedure

Emissions from buffalo production are no key source. The application of a simpler methodology is sufficient.

4.9.11.2 Activity data

German Buffalo Society, private communication

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Angaben für die Tierzahlen sind exakt.

4.9.11.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Für die N-Ausscheidung ist nach EMEP (2002)-B1090-9 und nach IPCC (1996) (Internet-Fassung) der Wert für non-dairy cattle anzusetzen:

$$m_{\text{excr}} = 70 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$$

Der TAN-Gehalt beträgt 0,55 kg kg⁻¹ N.

Es wurde angenommen, dass die Tiere om Mittel 140 d a⁻¹ für 10 h d⁻¹ auf der Weide sind und die effektive Zeit im Melkstill 3,5 h d⁻¹. 50 % der Tiere stehen auf Stroh, 50 auf Gülle. Die Gülle wird im offenen Tank mit natürlicher Schwimmedecke gelagert. Die Ausbringung erfolgt mit Breitverteiler auf Grünland und Ackerland ohne Einarbeitung.

Die Emissionsfaktoren betragen:

$$EF_{\text{NH}_3} = 32,9 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0,8 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$$

$$EF_{\text{NO}} = 1,1 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO}$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Größenordnung stimmt.

4.9.11.4 Arbeitsmappe

GAS_EM\Bo01.xls

4.9.11.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, Daten nur für wenige Jahre verfügbar

4.9.11.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.11

Emissionen: EM1009.30, EM1009.61, EM1009.92

Aktivitäten: AC1005.29

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1009.26, IEF1009.51, IEF100977

Zusätzliche Informationen: —

4.9.12 Wirtschaftsdüngergimporte aus dem Ausland

4.9.12.1 Rechenverfahren

Importierter Geflügelmist ist wahrscheinlich keine Hauptquellgruppe für Emissionen N-haltiger Spezies. Ein einfaches Verfahren wird angewendet.

Uncertainty of activity data

The animal numbers are exact numbers.

4.9.11.3 Emission factors

Simpler methodology:

For N excretion, the values for non-dairy cattle are to be used for the treatment of buffalo according to EMEP(2002)-B1090-9 and IPCC (1996) (internet version):

$$m_{\text{excr}} = 70 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$$

The TAN content is 0.55 kg kg⁻¹ N.

It was assumed that the animals are kept on pasture 140 d a⁻¹ for 10 h d⁻¹, and that they are in the dairy parlour for 3.5 h d⁻¹. 50 % of the animals are kept on straw, 50 % in slurry based systems. Slurry is stored in open tanks with natural crust. Slurry and manure are broadcast on grassland and arable land without incorporation.

The resulting emission factors are:

$$EF_{\text{NH}_3} = 32.9 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$$

$$EF_{\text{N}_2\text{O}} = 0.8 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}_2\text{O}$$

$$EF_{\text{NO}} = 1.1 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NO}$$

Uncertainty of emission factors

The order of magnitude is correct.

4.9.11.4 Calculation files

GAS_EM\Bo01.xls

4.9.11.5 Resolution in space and time

federal states, data for a few years available only

4.9.11.6 Tables related to chapter 4.9.11

Emissions: EM1009.30, EM1009.61, EM1009.92

Activities: AC1005.29

Implied emission factors: IEF1009.26, IEF1009.51, IEF100977

Additional information: —

4.9.12 Manure imports from abroad

4.9.12.1 Calculation procedure

Imported poultry manure is unlikely to be a key source of emissions of N species. A simpler methodology is applied.

4.9.12.2 Aktivitätsdaten

Die Niederlande exportieren in erheblichem Umfang Wirtschaftsdünger. Die Mengen werden ohne weitere Spezifikation als exportierter N angegeben (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2004). Sie werden als Geflügelkot behandelt, dessen NH₃-Emissionen bei der Ausbringung und dessen Einträge in den Boden im Inventar berücksichtigt werden.

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten sind unbekannt.

4.9.12.3 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Die für die Ausbringung von Geflügelkot in Tabelle 4.71 angegebenen Werte nach EMEP(2002)-B1090-9 werden angewendet. Die Häufigkeitsverteilungen, die für die Ausbringung in Brandenburg ermittelt wurden, werden vorläufig auch für den importierten Geflügelkot verwendet (15 % Ausbringung ohne Einarbeitung, 85 % mit Einarbeitung innerhalb von 12 h).

$$EF_{\text{NH}_3} = 0,40 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$$

Unsicherheit der Emissionsfaktoren

Die Größenordnung stimmt.

4.9.12.4 Arbeitsmappe

GAS_EMIP01.xls

4.9.12.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Gesamte Bundesrepublik, 1 Jahr

4.9.12.6 Tabellen zu Kapitel 4.9.12

Emissionen: Zeile in den Tabellen zu Emissionen von Geflügel, d.h. EM1009.28

Aktivitäten: AC1009.01

Resultierende Emissionsfaktoren: siehe Geflügel, Ausbringung, Brandenburg

Zusätzliche Informationen: —

4.9.12.2 Activity data

The Netherlands export manure in relevant quantities. They are reported without any further information as “exported N” (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2004). In this inventory, they are treated as poultry manure, the NH₃ emissions of which during spreading are considered as well as the amount of N returned to soils.

Uncertainty of activity data

The uncertainties are unknown.

4.9.12.3 Emission factors

Simpler methodology:

The emission factors for the application of poultry manure given in Table 4.71 according to EMEP(2002)-B1090-9 are used. The frequency distribution modelled for Brandenburg is temporarily applied to the application of imported poultry manure, i.e. 15 % broad cast without incorporation, 85 % broadcast with incorporation within 12 h.

$$EF_{\text{NH}_3} = 0.40 \text{ kg kg}^{-1} \text{ NH}_3$$

Uncertainty of emission factors

The order of magnitude is correct.

4.9.12.4 Calculation files

GAS_EMIP01.xls

4.9.12.5 Resolution in space and time

National total, 1 year

4.9.12.6 Tables related to chapter 4.9.12

Emissions: row in tables concerning emissions from poultry, e.g. EM1009.28

Activities: AC1009.01

Implied emission factors: see poultry, application, Brandenburg

Additional information: —

4.10 Emissionen aus der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern III. Stäube (SNAP 1015)

4.10.1 Rechenverfahren

Ein Verfahren zu einer ersten Schätzung von Staub-Emissionen aus der Tierhaltung ist in EMEP(2005)-B1015 gegeben. Das Verfahren liegt zurzeit als Entwurf eines EMEP/CORINAIR-Guidebook-Kapitels vor. Die Darstellung in diesem Inventar ist deshalb vorläufig und dient der Feststellung der Größenordnung.

Die Berechnung nutzt folgende Beziehung für PM₁₀ und PM_{2,5}:

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

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

4.10.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Die Häufigkeitsverteilungen für Gülle- und Festmistsysteme wird den entsprechenden Angaben für die Rechnungen Kapitel 4.9. entnommen

Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Die Unsicherheiten sind in den vorangegangenen Kapiteln für jede Tierzahl diskutiert worden. Die mittlere Unsicherheit wird mit 5 bis 10 % angenommen.

4.10.3 Emissionsfaktoren

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tab. 4.72 zusammengestellt (EMEP, 2005, B1015).

4.10 Emissions from housing, manure storage and spreading in animal agriculture.

III. Particulate matter (SNAP 1015)

4.10.1 Calculation procedure

A procedure to establish a first estimate is given in EMEP(2005)-B1015. At the time of the construction of this inventory, a draft methodology of an EMEP/CORINAIR Guidebook chapter is available. Thus, the calculations in this inventory are preliminary and serve to assess the order of magnitude.

Calculations for PM₁₀ and PM_{2,5} emissions are made using the following equation:

4.10.2 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

The frequency distributions of slurry and solid manure systems i is taken over from the respective data needed for calculations in Chapter 4.9.

Uncertainty of activity data

The uncertainties were discussed in the previous chapters. An overall uncertainty of 5 to 10 % is assumed.

4.10.3 Emission factors

The emission factors used are listed in Table 4.72. (EMEP, 2005, B1015)

Table 4.72:
First estimates of emission factors EF_{PM} for particle emissions from animal husbandry (housing)

Animal category	Housing type	Emission factor for PM_{10} $kg\ place^{-1}\ a^{-1}$	Emission factor for $PM_{2.5}$ $kg\ place^{-1}\ a^{-1}$
dairy cattle	tied or litter	0.36	0.23
	cubicles (slurry)	0.70	0.45
beef cattle	solid	0.24	0.16
	slurry	0.32	0.21
calves	solid	0.16	0.10
	slurry	0.15	0.10
sows	solid	0.58	0.094
	slurry	0.45	0.073
weaners	solid	n.a.	n.a.
	slurry	0.18	0.029
fattening pigs	solid	0.50	0.081
	slurry	0.42	0.069
horses	solid ¹⁾	0.18	0.12
laying hens	cages	0.017	0.0021
	perchery	0.27	0.052
broilers	solid	0.35	0.045

n.a.: not available

¹⁾ wood shavings

Die Emissionsfaktoren in Tabelle 4.72 geben nicht alle im Inventar aufgeführten Tierkategorien wieder. Deshalb werden vorläufig folgende Annahmen gemacht:

Mutterkühe und Zuchtbullen erhalten den Faktor wie Milchkühe; die Dauer des Weidegangs wird berücksichtigt.

Eber werden vorläufig wie Mastschweine behandelt.

Kleinpferde erhalten wie bei den anderen Emissionen einen um ein Drittel kleineren Emissionsfaktor für PM.

Emissionen aller anderen Tiere werden vorläufig nicht berechnet.

4.10.4 Arbeitsmappen

Milchkühe: GAS_EM_DC11.xls

Kälber: GAS_EM_Ca05.xls

Färsen: GAS_EM_Fb05.xls

Mastbullen: GAS_EM_Mb07.xls

Mutterkühe: GAS_EM_Sc04.xls

Zuchtbullen: GAS_EM_BI04.xls

Sauen: GAS_EM_So04.xls

Aufzuchtferkel: GAS_EM_We05.xls

Mastschweine: GAS_EM_Fp06.xls

Eber: GAS_EM_Bo05.xls

Großpferde: GAS_EM_Ho03.xls

Kleinpferde: GAS_EM_Po05.xls

Legehennen: GAS_EM_Lh02.xls

Masthähnchen und -hühnchen:

GAS_EM_Br05.xls

The emission factors given in Table 4.72 do not cover all animal categories. Some assumptions were made to close the gaps partly:

Suckling cows and mature males are treated like cows. Their different grazing times are accounted for.

Boars are treated like fattening pigs.

For light horses, values for heavy horses were reduced by one third.

Emissions from other animals are not yet reported.

4.10.4 Calculation files

Dairy cows: GAS_EM_DC11.xls

Calves: GAS_EM_Ca05.xls

Heifers: GAS_EM_Fb05.xls

Bulls: GAS_EM_Mb07.xls

Suckling cows: GAS_EM_Sc04.xls

Bulls (mature males): GAS_EM_BI04.xls

Sows: GAS_EM_So04.xls

Weaners: GAS_EM_We05.xls

Fattening pigs: GAS_EM_Fp06.xls

Boars: GAS_EM_Bo05.xls

Heavy horses: GAS_EM_Ho03.xls

Light horses: GAS_EM_Po05.xls

Laying hens: GAS_EM_Lh02.xls

Broilers: GAS_EM_Br05.xls

4.10.5 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.10.6 Tabellen zu Kapitel 4.10

Emissionen: EM1010.01 bis EM1015.36

Aktivitäten: AC100501 bis AC1005.29

Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1010.01 bis IEF1015.30

Zusätzliche Informationen: siehe Kapitel 4.5 und 4.9.

4.10.5 Resolution in space and time

Rural districts, 1 year

4.10.6 Tables related to chapter 4.10

Emissions: EM1010.01 to EM1015.36

Activities: EM1010.01 to EM1015.36

Implied emission factors: IEF1010.01 to IEF1015.30

Additional information: see Chapters 4.5 and 4.9

5 Acknowledgements

We are indebted to many persons and institutions for their help, advice and encouragement, and wish to express our thanks:

B. Amon, Department of Sustainable Agricultural Systems, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, was a source of information in particular regarding the treatment of bedded systems.

K.-H. Bodenstern and M. Rönsch, Aschera Landwirtschaftsgesellschaft, Aschera, and K. Schnabel, BEAG Agrar GmbH, Behringen, helped to reconstruct the situation in the New Länder with respect to pig production in the early nineties.

H. Böhme, G. Flachowsky and P. Lebzien, Institute of Animal Nutrition, FAL, Braunschweig, assisted in the establishment of chapters 4.4, 4.5 and 4.9, and provided basic data on animal nutrition. They checked the assumptions made for plausibility or correctness and read and discussed the relevant parts of the manuscript with care.

U. Döring, Federal Environmental Agency, Berlin and Dessau, patiently and sometimes impatiently, helped us to structure data according to the needs of reporting.

M. Grün, AUA Agrar- und Umweltanalytik, Jena, used to be first choice, when animal husbandry caused questions occurred. He also helped to solve a lot of problems regarding animal nutrition.

S. Klages, KTBL, Darmstadt, has contributed significantly to the gathering of sewage sludge data.

H. Kleine-Klausing, deuka Deutsche Tiernahrung GmbH & Co. KG, Düsseldorf, willingly supported the authors with knowledge and data concerning animal diets.

D. Prüfert arranged the manuscript for printing.

The colleagues in the EAGER group – H. Menzi and B. Reidy, Switzerland, I. Rohde, Sweden, N.J. Hutchings, Denmark, G.J. Monteny and H.H. Luesink, the Netherlands, and J. Webb and T.H. Misselbrook, UK, discussed the mass-flow approach with us and helped us to identify gaps and errors.

6 References

- Amann M, Bertok I, Cofala J, Gyarfas F, Heyes C, Klimont Z, Schöpp W, Winiwarter W (2000) Baseline Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme. Final Report. http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/general/pdf/cafe_lot1.pdf
- Amon T, Kryvoruchko V, Bodiroza V, Amon B (2005) Methanerzeugung aus Getreide, Wiesengras und Sonnenblumen: Einfluss des Erntezeitpunktes und der Vorbehandlung. KTBL (ed.) 7. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung, 1. – 3. März 2005, Braunschweig / Deutschland, 343–348
- Bargo F, Rearte DH, Santini FJ, Muller LD (2001) Ruminant Digestion by Dairy Cows Grazing Winter Oats Pasture Supplemented with Different Levels and Sources of Protein. *J Dairy Sci* 84, 2260-2272
- 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. Dummerdsdorf: Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere. 392 pp
- Birkenmaier F, Schwarz FJ, Müller, Kirchgessner M (1996) Futtermittelverwertung und Leistung von Milchkühen bei Verfütterung von Futterrüben in Ergänzung zu Grassilage. *Arch Anim Nutr* 49, 335-347
- Blum JW (2002) Fütterung von Equiden. http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/NOZ/NOZ%20ss%202003/Pferdef%C3%9Cterung_Total.pdf
- Boeckx P, Van Cleemput O (2001) Estimates of N₂O and CH₄ fluxes from agricultural lands in various regions in Europe. *Nutr Cycl Agroecosyst* 60, 35-47
- Bundesminister für Wirtschaft (1969) Gesetz über Einheiten im Meßwesen. BGBl. 1969, Teil I, 709-712
- Bundesminister für Wirtschaft (1970) Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen. BGBl. 1970, Teil I, 981-991
- Butterbach-Bahl K, Willibald G, Papen H (2002) Soil core method for direct simultaneous determination of N₂ and N₂O emissions from forest soils. *Plant Soil* 240, 105-116
- Cai Z, Laughlin RJ, Stevens RJ (2001) Nitrous oxide and dinitrogen emissions from soil under different water regimes and straw amendment. *Chemosphere* 42, 113-121
- Centraalbureau voor de Statistiek (ed.) (2004) Monitor Mineralen en Mestwetgeving 2004. Centraalbureau voor de Statistiek, Voonburg/Herlen, 111 pp
- Dämmgen U (2005) Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories. *Landbauforsch Völknerode Special Issue* 291, 223-230.
- Dämmgen U.; Grünhage L. (2001) Trace gas emissions from German agriculture as obtained from the application of simple or default methodologies. *Environ Pollut* 117, 23-34
- Dämmgen U, Hutchings NJ (2005) The assessment of emissions of nitrogen species from agriculture using the methodology of the atmospheric emission inventory guidebook. In: Kuczyński T, Dämmgen U, Webb J, Myczko A (eds) Emissions from European agriculture. Wageningen Academic Publishers, Wageningen. pp 51-62
- Dämmgen U, 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
- 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
- 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
- DLG (1999): DLG-Merkblatt 314: Nährstoffanfall und Futterflächenbedarf in der Pferdehaltung. 15 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 Minderungszenarien bis zum Jahr 2010. Forschungsbericht 299 42 256/02. Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin
- Düngeverordnung (1996) Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen. BGBl, part I, dd. 26-1-96
- Dustan A (2002) Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates. *JTI-rapport Lantbruk & Industri* 299, 41 pp
- DWA - Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ed.) (2004) Klärschlämme - Inhaltsstoffe und Bewertung. DWA, Hennef. 138 pp
- EAGER (2005) European Agriculture Gaseous Emission Inventory Network. <http://www.eager.ch/index.htm>.

- EEA - European Environment Agency (1996) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 1st Edition, CD-Rom. EEA, Copenhagen
- EMEP – Co-operative for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe (2005) UNECE/EMEP activity data and emission database - WebDab 2005. <http://webdab.emep.int/>
- EMEP/CORINAIR (2002) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 3rd ed., EEA, Copenhagen. <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR3/en/page019.html/>
- 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
- 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
- German standard VDI 2450 Part 1 (1977) Messen von Emission, Transmission und Immission luftverunreinigender Stoffe. Begriffe, Definitionen, Erläuterungen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 4 pp
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (1995) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastriinder. Frankfurt/M., DLG
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (1997) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 4. Schweine. Frankfurt/M., DLG
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2001) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt/M., DLG, 135 pp
- Harrison R, Webb J (2001) A review of the effect of N fertilizer type on gaseous emission. Adv Agronomy 73, 65-108
- 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
- Heyland K-U (1996) Spezieller Pflanzenbau. Ulmer, Stuttgart, 368 pp
- 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
- 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)
- 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
- 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 Klemedtsson Å, Klemedtsson L (2002) A critical analysis of nitrous oxide emissions from animal manure. In: Petersen SO, Olesen JE (eds.) Greenhouse Gas Inventories for Agriculture in the Nordic Countries. Proc international workshop

- Helsingør, Denmark, 24-25 January 2002. Danish Institute of Agricultural Sciences. DIAS report Plant Production no. 81, pp 107-121
- 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
- Klimont Z, Cofala J, Bertok I, Amann M, Heyes C, Gyarmas 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
- 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
- Landwirtschaftskammer Hannover (ed.) (2004) Rinderzucht und Milcherzeugung. Empfehlungen für die Praxis. Hannover, Landwirtschaftskammer, 168 pp.
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (ed.) (2004a) Basisdaten für die Ermittlung des Düngedarfs und Umsetzung der Düngerverordnung, 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
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2004c) (undated) Futterberechnungen für Schweine. 14th ed. Freising. LfL. <http://www.stmlf-design2.bayern.de/blt/infos/fuetterung/futterwerttabelle2004.pdf>
- LKV – Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern (2003) Fleischleistungsprüfung in Bayern. www.bayern.de/media/FLP-JAHRESBERICHT2003.pdf
- 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
- Lüttich M, Dämmgen U (2004) The assessment of relevant air temperatures. In: Dämmgen et al. (2004): Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR) 2004 for 2002. Landbauforsch Völknerode, Special Issue 260, 246-248
- LWK-NW (2005) Nährstoffanfall in der Pferdehaltung. <http://www.landwirtschaftskammer.de/fachangebot/tierproduktion/pferdehaltung/naehrstoffanfall.htm>
- LWK-WE – Landwirtschaftskammer Weser-Ems (1997) Nährstoffvergleich auf Feld-Stall-Basis. § 5 der Düngerverordnung. Hannover
- 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, Milchinhaltstoffe und Lebendmasse. Arch Anim Nutr 44, 357-367
- 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
- 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

- 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.
- Monteith JL (1984) Consistency and convenience in the choice of units for agricultural science. *Expl Agric* 20, 105-117
- Mosier AR, Guenzi WD, Schweizer EE (1986) Soil losses of Dinitrogen and Nitrous Oxide from Irrigated Crops in Northeastern Colorado. *Soil Sci Soc Amer J* 50, 344-347
- 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 Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Tierproduktion in Niedersachsen. Annual reports. 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
- 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
- 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>
- Reifsnider WE, McNaughton KG, Milford JR (1991) Symbols, units, notation. A statement of journal policy. *Agric Forest Meteorol* 54, 389-397
- Reidy B, Dämmgen U, Döhler H, Eurich-Menden B, Hutchings NJ, Luesink HH, Menzi H, Misselbrook TH, Monteny G-J, Webb J (2006) Comparison of models used for the calculation of national NH₃ emission inventories from agriculture: liquid manure systems. In preparation
- Rolston DE, Hoffman DL, Toy DW (1978) Field measurement of denitrification: I. Flux of N₂ and N₂O. *Soil Sci Soc Amer J* 42, 863-869
- Rudaz AO, Wälti E, Kyburz G, Lehmann P, Fuhrer J (1999) Temporal variation in N₂O and N₂ fluxes from a permanent pasture in Switzerland in relation to management, soil water content and temperature. *Agriculture Ecosystems Environment* 73, 83-91
- 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
- Schmidt M, Neftel A, Fuhrer J (2000) Lachgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft. Schriftenreihe der FAL 33, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz. 131 pp
- Schultheiß U, Klages-Haberker S, Döhler H (2000) Auswirkungen rechtlicher Regelungen auf die landbauliche Verwertung von Sekundärrohstoffdüngern, insbesondere Klärschlamm. KTBL, Darmstadt
- SLL – Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Sächsischer Tierzuchtbericht 2003. http://www.smul.sachsen.de/applikationen/lf/publikationen/download/845_1.pdf
- 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
- Smil V (1999) Nitrogen in crop production: An account of global flows. *Global Biogeochem Cycles* 13, 647-662
- Smith KA, Dobbie KE, Ball BC, Bakken LR, Sitaula BK, Hansen S, Brumme R, Borken W, Christensen S, Priemé A, Fowler D, MacDonald JA, Skiba U, Klemmedsson L, Kasimir-Klemmedsson A, Degórska A, Orlanski P (2000) Oxidation of atmospheric methane in Northern European soils, comparison with other ecosystems, and uncertainties in the global terrestrial sink. *Global Change Biol* 6, 791-803
- Staatliche Zentralverwaltung für Statistik (annual reports) Statistisches Jahrbuch 19XX der Deutschen Demokratischen Republik. Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin, 19XX
- Statistisches Bundesamt (ed) (2003) Statistisches Jahrbuch 2003 für die Bundesrepublik Deutschland. Tab. 8.27.2. Inlandsabsatz von Düngemitteln. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (annual reports A). Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 3: Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung 1993. Metzler-Poeschel, Stuttgart
- Statistisches Bundesamt (annual reports A). Fachserie 3: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Reihe 3: Fachserie 4.2.1 Schlachtungen und Fleischerzeugung. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
- Statistische Landesämter (biennial reports). Fachserie 3, Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung. For each single Bundesland
- 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
- Stevens RJ, Laughlin RJ (1998) Measurement of nitrous oxide and di-nitrogen emissions from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 52, 131-139

- Süpkke EH (1988) Stoffwechselfparameter, Milchleistung und Futteraufnahme bei Deutschen Schwarz- und Rotbunt Kühen. Thesis, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 188 pp
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2002) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2002 (Berichtsjahr 2001). <http://www.tll.de/agb01/pdf/agb02-2.pdf>
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2002) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2003 (Berichtsjahr 2002). http://www.tll.de/agb03/pdf/agb03_1.pdf
- UBA – Umweltbundesamt (2005) Deutsches Treibhausgasinventar 1990 – 2003. Nationaler Inventarbericht 2005. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen. Umweltbundesamt, Berlin. 504 pp
- UN ECE – United Nations Economic Commission for Europe (2002) Revised Guidelines for estimating and reporting emission data. Manuscript prepared by the Task Force on Emission Inventories and Projections for the Steering Body to the Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP) (Twenty-sixth session, Geneva, 4-6 September 2002)
- UN ECE - United Nations Economic Commission for Europe (2005) <http://www.unece.org/Welcome.html>
- UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (2005) http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/3473.php
- Van Cleemput O (1998) Subsoils: chemo- and biological denitrification, N₂O and N₂ emissions. Nutrient Cycling Agroecosystems 52, 187-194
- Vermoesen A, van Cleemput O, Hofman G (1996) Long-term measurements of N₂O emissions. Energy Conversion Management 6-8, 1279-1284
- 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
- Weier KL, MacRae IC, Myers RJK (1993) Denitrification in a clay soil under pasture and annual crop: estimation of potential losses using intact soil cores. Soil Biol. Biochem. 25, 991-997
- Weingarten P (1995) Das „Regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem für die Bundesrepublik Deutschland“ (RAUMIS). Ber Landwirtschaft 73, 272 - 302
- Yan T, Agnew RE, Gordon FJ, Porter MG (2000) Prediction of methane energy output in dairy and beef cattle offered grass silage diets. Livest Prod Sci 64: 253 – 263
- ZDS – Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion e.V. (1990 to 2004) Zahlen aus der Deutschen Schweineproduktion. Annual reports. ZDS, Bonn
- ZMP – Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH (1990 to 2003). Milch. Annual reports. ZMP, Bonn

Statistical Data for Animal Numbers in German Emission Inventories Die statistischen Angaben von Tierzahlen in deutschen Emissionsinventaren

Ulrich Dämmgen¹

1 Einführung

Die sog. Aktivitätsdaten eines Inventars für Emissionen aus der Tierhaltung setzt vollständige, genau, möglichst hochaufgelöste und gut dokumentierte Informationen über Tierzahlen voraus. Sie werden im Regelfall in amtlichen Tierzählungen ermittelt.

Vollständige Tierzählungen werden in Deutschland im Regelfall in jedem zweiten Jahr durchgeführt. Im Jahr 1999 wurde die Zählung erstmals im Mai durchgeführt, in den Vorjahren im Dezember. Tierzahlen aus Zählungen auf Kreisebene sind daher in den Jahren 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2001 und 2003 verfügbar.

In den Jahren ohne Zählung werden aus Stichproben Zwischenwerte für Rinder und Schweine auf Länderebene veröffentlicht.

Die vollständigen Erhebungen setzen Mindestgrößen von Betrieben voraus. Im Jahr 1998 änderte sich sowohl die Mindestgröße als auch das Erhebungsdatum – Dezember in den Jahren bis 1996 und Mai von 1999 an.

Beides sollte Einfluss auf die Qualität der Datensätze haben.

2 Zur absoluten Genauigkeit der Tierzahlen der vollständigen Zählungen

Die Genauigkeit einer vollständigen Erhebung kann nur durch eine weitere vollständige Erhebung nach einer unabhängigen Methode ermittelt werden. In Deutschland existiert seit 1999 neben der offiziellen Tierzählung nunmehr eine weitere Datenbank, die sog. HIT-Datenbank². Die HIT-Datenbank erfasst zur Zeit die Bestände und Bewegungen der Rinder in Deutschland. Die Meldungen der Tierhalter zu ihren Tierbeständen und ihren Änderungen sind obligatorisch; sie sind zeitnah an die entsprechenden Ämter zu leiten.

Walter (2003, 2004) hat untersucht, inwieweit die mit der vollständigen Zählung und der HIT-Datenbank gewonnenen Erkenntnisse übereinstimmen. Da die HIT-Datenbank keine Erfassungsschwelle im Sinne von Betriebsmindestgrößen hat (siehe unten), erscheinen ihre Angaben im Prinzip als vollständiger als die der vollständigen Zählung.

1 Introduction

Inventories of emissions stemming from animal husbandry presuppose complete, accurate, highly resolved and well documented information about animal numbers. As a rule, these are obtained from official animal censuses.

In Germany, a comprehensive national census to assess animal numbers is carried out every second year. However, in 1999 the census date changed from December to May. Thus, animal numbers with a resolution in space of rural districts (Landkreise) are available for 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, 2001 and 2003.

In years without census, sample surveys are carried out to establish intermediate data for cattle and pigs.

The complete inquiry is carried out in farms with minimum size. In 1998, minimum size and the date of investigation changed – December until 1996, May from 1999 onwards.

Both changes have an impact on the quality of the data sets.

2 The absolute accuracy of animal numbers in complete censuses

The accuracy of a complete census can only be checked if a second, complete and independent census is available. Since 1999, a second data base has been established in Germany which is independent on the official census. This so-called HIT data base¹ registers the numbers and movements of cattle. Producers have to inform the respective authorities promptly about live stock and live stock changes.

Walter (2003, 2004) investigated, to what extent the results of complete censuses and the data obtained in the HIT data base coincide. As the HIT data base does not have lower limits of detection in the sense of minimum farm size (see below), this data base should in principle be “more complete” than the complete census.

¹ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Agroecology, Braunschweig, Germany

² HIT: Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere (vgl. Carmanns, 2005)

Vergleicht man die Erhebungen auf identischen Betrieben, so ergibt sich, dass die Gesamtzahl der Rinder um 1,4 % voneinander abweichen, wobei die HIT-Datenbank die größere Anzahl berichtet (Walther 2004). Die Abweichungen bei den Unterkategorien können jedoch erheblich größer sein. Sie betreffen insbesondere die der weiblichen Rinder außer Kälbern und Milchkühen in den unterschiedlichen Nutzungsformen. Da diese Kühe im deutschen Emissionsinventar nicht differenziert werden, bleibt die Diskrepanz hier ohne Folgen.

Ein Vergleich aller Betriebe hat zunächst deutlich gemacht, dass die Zahl der in der Viehzählung nicht erfassten Betriebe um 6 % unter der in der HIT-Datenbank erfassten liegt (Walther 2003). Die Zahl der Tiere jedoch liegt – bereinigt man die HIT-Daten um die zwangsläufigen Doppelzählungen – um 4,4 unter denen der HIT-Datenbank. Der durch die Erfassungsgrenzen bedingte systematische Fehler liegt also in der Größenordnung von 3 %.

Für andere Tierkategorien als Rinder liegen entsprechende Untersuchungen nicht vor.

3 Die Inkonsistenz der Zeitreihen in den Neuen Bundesländern als Folge der Kreisreformen

In den Jahren 1994 und 1996 wurden in den Neuen Bundesländern Kreisreformen durchgeführt, bei denen sich die Anzahlen der Kreise erheblich verringerten:

- Brandenburg am 6.12.1993 von 38 auf 14,
- Mecklenburg-Vorpommern am 12.6.1994 von 31 auf 12,
- Sachsen-Anhalt am 1.7.1994 von 37 auf 21,
- Sachsen am 1.8.1994 und am 1.1.1996 von 48 auf 22,
- Thüringen am 1.7.1994 von 35 auf 17.

Einheitliche Basis der Kreisdateien im gegenwärtigen deutschen Emissionsinventar (siehe Dämmgen et al., 2005) sind die Kreise in den Grenzen von 1996, wie sie erstmals bei der Tierzählung 1996 verwendet wurden.

Die neuen Kreise wurden dabei in vielen Fällen nicht durch Addition alter Kreise gebildet, so dass Tierzahlen neu zugeordnet werden mussten. Die verfügbaren Daten beschreiben die Flächenanteile, die bei der Zuordnung eines alten Kreises an mehrere neue Kreise übertragen wurden. Diese Flächenanteile wurden auch als Maß für die Zuordnung der Tierbestände zu den neuen Kreisen für die Jahre vor 1996 benutzt.

If one compares the investigation carried out for the same set of farms, the results for cattle differ, the deviation being 1.4 %; the HIT data base always reports higher numbers (Walther, 2004). The differences for subcategories may be significantly larger. This is true in particular for female cattle in the various uses, apart from calves and dairy cows. As these animals are not differentiated in the present German emission inventory, this discrepancy remains without consequences.

A comparison of the whole lot of farms made clear that the number of farms not reflected in the official census is 6 % lower than the one registered in the HIT data base (Walther, 2003). If one corrects the number of the HIT data base for obvious double countings, the animal number of animals is the official census is 4.4 % less than in the Hit data base. Thus, the bias of the census is in the order of magnitude of 3 %.

For animal categories other than cattle such comparisons do not exist yet.

3 The inconsistency of time series in the New Länder due to administrative reforms regarding district sizes

In the years 1994 and 1996, administrative reforms were carried out in the New Länder which resulted in a considerable decrease of the overall number of districts:

- Brandenburg, 6-12-1993, from 38 to 14,
- Mecklenburg-Vorpommern, 12-6-1994, from 31 to 12,
- Sachsen-Anhalt, 1-7-1994, from 37 to 21,
- Sachsen, 1-8-1994 and 1-1-1996, from 48 to 22,
- Thüringen, 1-7-1994, from 35 to 17.

The uniform and fundamental order of districts in the present German inventory as described in Dämmgen et al. (2005) are the districts as shaped in 1996. The 1996 census made use of these administrative districts for the first time.

In many cases, the new districts were not formed by addition of previously existing districts. Therefore animal numbers had to be re-distributed by calculation. The corrections use the ratio of areas which were attributed to the new districts in the course of the re-organization. The same ratios are used to assign animal numbers of the old districts (before 1996) to the new ones

4 Die Inkonsistenz der Zeitreihen als Folge der Änderung des Agrarstatistikgesetzes

Im Jahre 1998 wurde das Agrarstatistikgesetz geändert (BML 1998). Im Jahre 1999 fanden deshalb erstmals die Erfassungen der Tierbestände im Mai anstelle von November statt. Darüber hinaus wurden die Erfassungsgrenzen geändert. Wesentlich für die Emissionsinventare ist, dass

- die Mindestgröße der erfassten Betriebe mit nunmehr 2 ha ist (gegenüber 1 ha)
- Mindestanzahl von 8 Rindern oder Schweinen beträgt (gegenüber 1 Rind, 1 Zuchtschwein oder 3 Schweinen)
- die Mindestanzahl der gehaltenen Schafe nunmehr 20 Tiere ist (gegenüber 3 Tieren),
- die Mindestanzahl von 200 Stück Geflügel (gegenüber 20),
- die Haltung von Pferden als Kriterium entfällt und
- ausschließlich landwirtschaftliche Betriebe berücksichtigt werden. Sonstige Viehhalter bleiben nunmehr unberücksichtigt.

Die Zahl der erfassten Betriebe sank von etwa 700.000 auf etwa 520.000 (Schmidt und Pöschl 2001).

Daraus ergeben sich systematische Abweichungen der Tierzahlen für 1999 gegenüber dem Vorjahr, die für die einzelnen Tierarten unterschiedlich bedeutend sind. Für die am stärksten betroffenen Kategorien liegen Zahlen des Landes Thüringen und für ganz Deutschland vor (Tabelle 1).

4 Inconsistencies of time series resulting from changes in the Legislation on Agricultural Statistics

In 1998, the German legislation on agricultural statistics changed (BML 1998). Thus, in 1999, the annual census to assess animal numbers took place in May for the first time. In addition, the limits of recording changed. For emission inventories, the following details are important:

- the minimum size of registered farms is 2 ha (in contrast to 1 ha before)
- the minimum number of animals is 8 cattle or pigs (in contrast to 1 cattle, 1 sow or 3 pigs before)
- the minimum number of sheep is 20 (in contrast to 3 before)
- the minimum number of poultry is 200 (in contrast to 20)
- the number of horses is not a criterion any more
- the census deals with agricultural enterprises exclusively. Other livestock owners are not considered any more.

The number of farms included in the census fell from about 700,000 to about 520,000 (Schmidt and Pöschl 2001).

The new census results in animal number for 1999 which may differ considerably from those of the previous years. This effect is different for the single animal categories. For the animal categories affected most, data for Federal State of Thüringen and for Germany were published (Table 1).

Category	Difference (old – new)/new (%)	
	Germany	Thüringen
Cattle	1.2	1.2
- dairy cattle	0.8	
Pigs	1.2	1.3
- fattening pigs	1.5	
- sows	0.8	
Sheep		- 10.6
Horses		40.3
Poultry		4.3
- chicken	4.6	
- other poultry	4.0	

Die Auswirkungen auf die Güte des Emissionsinventars sind freilich gering. Zum einen sind Pferde und Schafe nur mit vergleichsweise geringen Beiträgen an den Gesamtemissionen beteiligt.

Nevertheless are the effects on the quality of the emission inventory small: The contribution of horses and sheep to the emission totals is comparatively small. For horses, animal numbers are

Zum anderen ist die Anzahl der Pferde ohnehin höchst ungenau, da auch mit der alten Agrarstatistik nicht alle Pferde erfasst wurden.

Um Aussagen über einen möglichen Korrekturfaktor für Pferde- und Schafzahlen zu gewinnen, wurden die linearen Trends der Zeitreihen vor 1997 und nach 1997 bestimmt und untersucht, ob die Zeitreihe zwischen 1996 und 1999 eine Kinke aufweist.

Für *Pferde* ergeben die Zahlen für Ponys und Großpferde (als Zahl der Großpferde wird die Differenz von Pferden insgesamt und Kleinpferden/Ponys angesehen), dass die Änderung der Mindestgrößen der Bestände die Zahlen signifikant beeinflussen. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse und dient zur Erläuterung der Ableitung eines Korrekturfaktors.

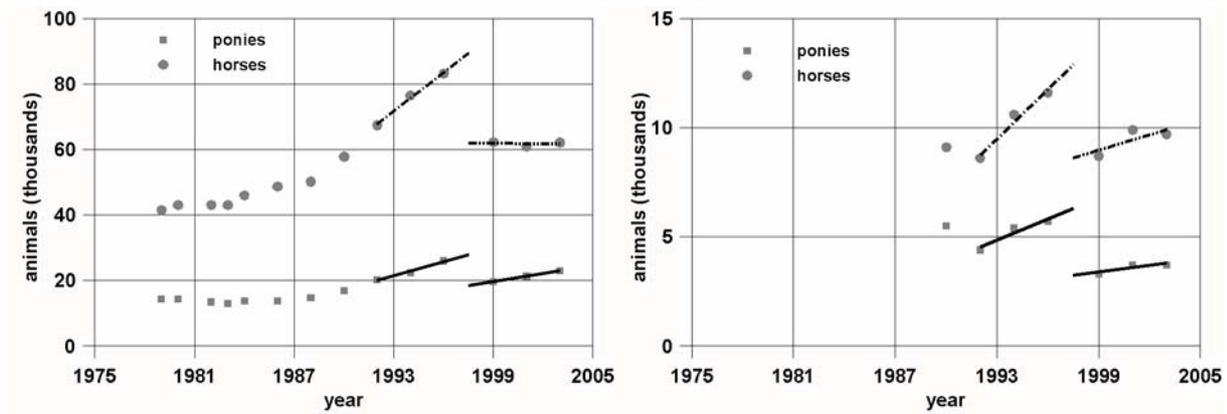


Figure 1
Time series of (heavy) horse and pony numbers in Bayern (left) and Sachsen (right). Linear trends for the three censuses before and after 1997 as broken lines (heavy horses) and continuous lines (ponies)

Für Alte und Neue Bundesländer ergeben sich jeweils Zeitreihen, deren beide Teile nach 1997 extrapolierbar sind. Als Korrekturfaktor für die dadurch eintretenden systematischen Fehler wurde das Verhältnis der für 1997 extrapolierten Tierzahlen ermittelt. Die Darstellung für Sachsen lässt dies ohne Weiteres als gerechtfertigt erscheinen; die Situation in Bayern suggeriert, dass die Zahl der Großpferde in Zukunft eher unterschätzt wird.

Die so erhaltenen Korrekturfaktoren sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Vorgehensweise entspricht der von Sachsen (SLL, 2003).

inaccurate anyway. Even the old agricultural census was unable to identify the correct number of horses.

In order to establish potential correction factors for horse and sheep numbers, linear trends in the time series before and after 1997 were calculated and the results tested for discontinuities between 1996 and 1999.

For *horses*, the animal numbers of both light horses and heavy horses (the latter is the difference between horses and light horses) are significantly affected by the change in minimum farm size. Figure 1 illustrates the results and serves to illustrate the procedure to derive a correction:

For Old and New Länder time series are identified, which allow an extrapolation to 1997. They serve to establish a correction factor, which is the relation of the extrapolated numbers for 1997. For the situation in Sachsen this seems to be justified without further assumptions. The picture for Bayern suggests that future heavy horse numbers are likely to be underestimated.

The correction factors obtained by this procedure are listed in Table 2.

A similar procedure was applied in Sachsen (SLL, 2003).

	Ponies	Heavy horses
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

Bei diesem Verfahren bleibt unberücksichtigt, dass die Zählungen jeweils nur die Pferde in landwirtschaftlichen Betrieben erfassen. Die Zahl der nicht erfassten sog. Freizeitpferde ist aber in der gleichen Größenordnung wie die der landwirtschaftlichen Pferde. Vor diesem Hintergrund sind die durch die Extrapolation gemachten zusätzlichen Fehler erträglich.

Bei *Schafen* ist zu berücksichtigen, dass die Tierzählungen vor und nach 1997 vor allem unterschiedliche Populationen erfassen, da ein großer Teil der Lämmer im Dezember bereits geschlachtet ist. Als Tierzahl „ohne Jahresgang“ wird die der Mutterschafe angesehen. Es zeigt sich, dass die Zeitreihen der Mutterschaf-Populationen in den meisten Bundesländern keine Kinke aufweisen (Beispiele Bayern und Sachsen, Abbildungen 2). Dies wird verständlich, wenn man die Herden-Größenverteilung (Abbildung 3) betrachtet: Die Änderung der Mindestgrößen hat praktisch keinen Einfluss auf die Tierzahlen.

This procedure does not take into account that the agricultural census just deals with horses in agricultural enterprises. The number of hobby horses which are not counted, is in the same order of magnitude as that of agricultural horses. Keeping this in mind, the additional error stemming from the extrapolation seems to be of minor importance.

For sheep the situation is different. Censuses before and after 1997 included different animal populations, as a large number of lambs had been slaughtered in December. The number of ewes is considered to be a number without annual variation. A look at the time series shows that this number does not show discontinuities for most Federal States. Bayern and Sachsen serve as examples in Figures 2. The herd size distribution (Figure 3) explains this fact: The change in minimum farm size does not affect overall animal numbers in practice.

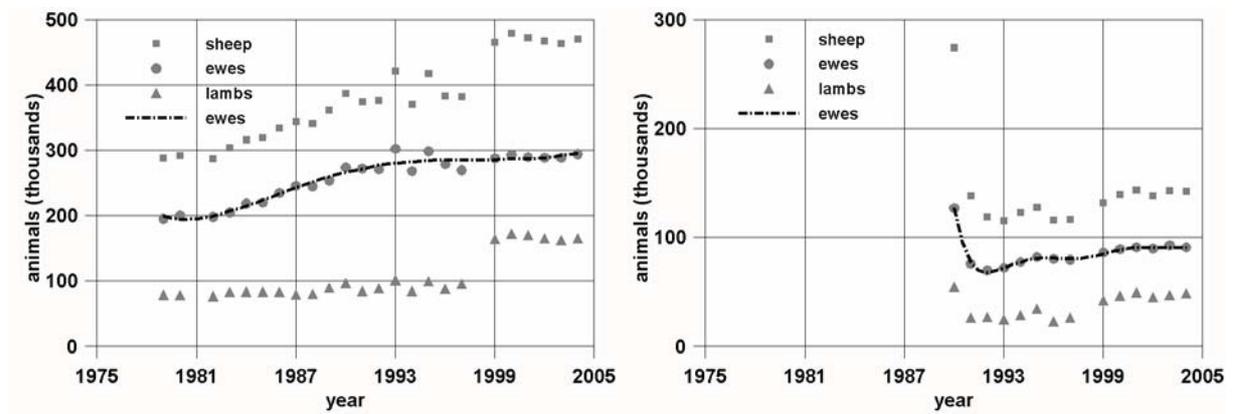


Figure 2
Time series of sheep, ewe and lamb numbers in Bavaria (left) and Saxony (right). Polynomial trends for ewes as broken line.

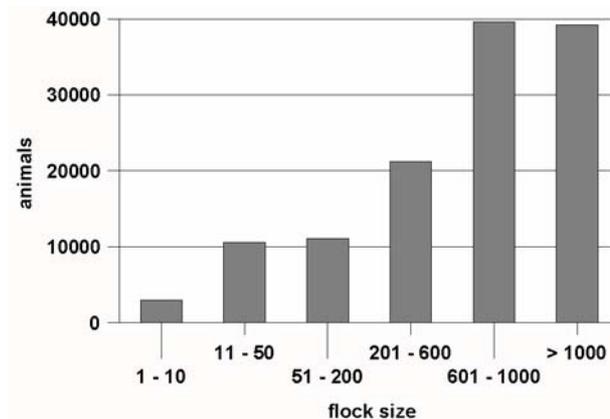


Figure 3
Frequency distribution of sheep numbers in flocks in Saxony (SLL 2004)

Führt man eine lineare Extrapolation der Anzahl der Mutterschafe für 1997 wie bei den Pferden durch, so ergibt sich im Mittel, dass die Zeitreihe der Mutterschafe keiner Korrektur bedarf.

Die Unstetigkeiten in den Zahlen der Schafe sind im Wesentlichen auf die Unstetigkeiten der Zahl der Lämmer zurückzuführen. Für die Berechnung von Emissionen aus der Schafhaltung, die die Schafe nach Lämmern und erwachsenen Tieren differenziert, müssen demnach beide Zahlen für die Zeit vor 1997 korrigiert werden. Hierzu werden die Gesamtzahl der Schafe und die Zahl der Lämmer aus der Zahl Mutterschafe unter der Annahme einer konstanten Herdenzusammensetzung gemäß Tabelle 3 berechnet.

If one carries out linear extrapolations to 1997 as with horses there is no need to correct the number of ewes.

Discontinuities are mainly restricted to the number of lambs. Therefore the calculation of emissions from sheep presupposes the differentiation between sheep subcategories, in particular between lambs and adult sheep. For the time previous to 1997, both the total number of sheep and the number of lambs has to be corrected. Their numbers are derived from the number of ewes assuming a constant flock composition. The results obtained are listed in Table 3.

	sheep	lambs
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

Die Abweichungen der Schaf-Haltung in Schleswig-Holstein von der der anderen deutschen Länder erklärt sich über die Zusammensetzung der Herden: Die jeweils vorherrschende Rassen sind: Schleswig-Holstein: Suffolk 19 %, Texel 38 %, Weißköpfiges Fleischschaf 15 %; dagegen Baden-

The correction factors for Schleswig-Holstein deviate from the other German Federal States. This is explained by the difference in flock composition: The dominating breeds in each Federal State are: Schleswig-Holstein: Suffolk 19 %, Texel 38 %, Weißköpfiges Fleischschaf 15 %;

Württemberg: Merinolandschaf 47 %, Schwarzköpfiges Fleischschaf 13 %, Texel 12 %; Bayern: Coburger Fuchsschaf 12 %, Merinolandschaf 34 %, Rhönschaf 10 %. (Zahlen für 2003, bezogen auf Zahl der Muttertiere) (ZADI, 2004).

however: Baden-Württemberg: Merinolandschaf 47 %, Schwarzköpfiges Fleischschaf 13 %, Texel 12 %; Bayern: Coburger Fuchsschaf 12 %, Merinolandschaf 34 %, Rhönschaf 10 %. (data for 2003, related to number of ewes) (ZADI, 2004).

References

- BML – Bundesminister für Landwirtschaft (1998) Neufassung des Agrarstatistikgesetzes. Bundesgesetzblatt, Teil 1, Nr. 40, pp 1635 – 1851
- Carmanns R (2005) Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere. <http://www.hi-tier.de/>
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2005) Calculations of Emissions from German Agriculture - National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004. Part 3. Methods. Landbauforschung Völknerode, Special Issue XXX, YYY-ZZZ.
- Destatis – Statistisches Bundesamt (2004) Letter dd 1-12-04 (R Brand)
- Schmidt M, Pöschl H (2001) Mehrfachnutzung von Daten innerhalb des agrarstatistischen Systems der Bundesrepublik Deutschland. *Wirtschaft und Statistik* 2001 (7), 507-512.
- SLL – Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2001) Sächsischer Tierzuchtreport 2000. http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/Fachinformationen/Tierproduktion/Tierzuchtreport_2000/download/Tierzucht_report_2000.pdf
- SLL – Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (2003) Sächsischer Agrarbericht 2002. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/aktuell/downloads/agrarbericht_2002.pdf
- TLMNU – Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2000) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 1999. http://www.tll.agb99/pdf/agb99_5.pdf
- Walther (2003) Nutzung von Verwaltungsdaten für die Agrarstatistik. Ergebnisse einer methodischen Untersuchung zur Verwendung der HIT-Daten für die Viehbestandserhebung. *Wirtschaft und Statistik* 2003 (9), 849-857.
- Walther M (2004) Verwaltungsdatennutzung für die Viehbestandserhebung. Ergebnisse einer weiterführenden methodischen Untersuchung zur Verwendung der HIT-Datenbank. *Wirtschaft und Statistik* 2004 (8), 845-853.
- ZADI – Zentralstelle für Agrardokumentation und –information (2004) TGRDEU – Zentrale Dokumentation Tiergenetischer Ressourcen in Deutschland. http://www.genres.de/CF/tgrdeu/karten/karten_auswahl.cfm?id_tierart=3

The Derivation of Nitrogen Excretions for Dairy Cows from Available Statistical Data

Die Ableitung von Stickstoff-Ausscheidungen bei Milchkühen aus statistisch verfügbaren Datensätzen

Ulrich Dämmgen and Manfred Lüttich¹

1 Einleitung

Bei den landwirtschaftlichen Emissionen von Ammoniak (NH₃) Mit einem Anteil von etwa 30 % stellen die NH₃-Emissionen aus der Milchkühhaltung die mit Abstand größte Einzelquelle dar. Der Minimierung der Unsicherheiten bei der Berechnung der Emissionen kommt hier also eine besondere Bedeutung im Qualitätsmanagement der Emissionsinventare zu. Der erste Schritt hierbei ist eine zutreffende Bestimmung der Stickstoff-(N)-Ausscheidungen, und zwar der Stickstoff-Ausscheidungen insgesamt als auch des leicht des ammonifizierbaren Stickstoffs (total nitrogen, N_{tot}, und total ammonical nitrogen, TAN).

Die Angaben für N-Ausscheidungen von 100 kg Tier⁻¹ a⁻¹ bei EMEP/CORINAIR (2003) und bei IPCC (1996) können bestenfalls als Anhaltspunkte dienen. In Deutschland werden in Flächenbilanzen konstante N-Ausscheidungen von Milchkühen von 110 kg Tier⁻¹ a⁻¹ N angenommen (Frede und Bach, 2002); Rogasik et al. (2004) verwenden 115 kg Tier⁻¹ a⁻¹ N für die deutsche Stickstoff-Stallbilanz.

N-Ausscheidungen sind stets Funktionen der Leistung des Tiers, seines Gewichtes, seiner Fütterung und seiner Futtermittelverwertung. Auch die Reproduktion zählt zur Leistung.

Unter Berücksichtigung der Erhaltungssätze gilt dann:

$$m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} - m_{\text{calf}} - m_{\text{milk}} - m_{\text{urine}} - m_{\text{faeces}} = 0$$

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

Die mit Urin und Kot ausgeschiedenen Mengen (oder ihre Summe) lassen sich auf diese Weise berechnen, wenn alle anderen Parameter bekannt sind. Sie lassen sich aber auch durch Regressionen ermitteln, die die wesentlichen Einflussgrößen enthalten.

1 Introduction

Agricultural emissions of ammonia (NH₃) are governed by the emissions from dairy cattle husbandry, which forms the largest single source by far with a share of 30 % of total emissions. Thus a reduction of the uncertainties in the calculation of these emissions is of importance in the quality management of emission inventories. A first step is the appropriate assessment of the amount of nitrogen (N) excreted, in fact as total nitrogen excreted (N_{tot}) as well as the portion which is readily converted to NH₃, the so-called total ammonical nitrogen (TAN).

EMEP/CORINAIR (2003) and IPCC (1996) give N emissions of dairy cows as 100 kg animal⁻¹ a⁻¹, which can serve as first orientation. In Germany, values of 110 kg animal⁻¹ a⁻¹ N for dairy cows (constant in time and space) are used by Frede and Bach (2002) to establish regional N balances. Rogasik et al. (2004) use 115 kg animal⁻¹ a⁻¹ N for farm N balances.

N excretion is always a function of animal performance, animal weight, feed composition and digestion. Reproduction is part of performance.

Mass and energy conservation leads to the following basic relation:

The amounts of N excreted with urine or faeces (or their total) can be calculated from this equation, if all other parameters are known. Another way to assess these entities is the use of regressions which make use of the most important parameters.

¹ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Agroecology, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

$$m_{\text{excreted}} = f(Y, w, \text{feed}, \dots)$$

where	m_{excreted}	amount of N in excrements (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ N)
	Y	annual milk yield (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹)
	w	animal weight (in kg animal ⁻¹)
	feed	amount and/or quality of feed

Bei Milchkühen ist offenbar die wichtigste Einflussgröße die Milchleistung je Tier.

Für Deutschland existieren mehrere Regressions-Beziehungen sowie ein Massenbilanz-Rechenverfahren. Massenbilanz-Rechenverfahren aus Staaten, deren Landwirtschaft mit der deutschen möglicherweise vergleichbar ist, wurden in Dänemark und dem Vereinigten Königreich beschrieben. Das international angewendete Modell RAINS berechnet auch Emissionen für Deutschland und bedient sich dabei eines Regressionsmodells zur Beschreibung der N-Ausscheidung. Es wurde ebenfalls einbezogen.

Die acht Verfahren wurden miteinander verglichen und auf ihre Anwendbarkeit überprüft mit dem Ziel, das für die deutschen Inventare am ehesten geeignete Verfahren zu identifizieren.

2 Die Regressions-Verfahren

2.1 Das RAINS-Verfahren

In dem integrierten Bemessungsmodell RAINS² wird die N-Ausscheidung von Milchkühen zur Ableitung von NH₃-Emissionsfaktoren verwendet. Wenn entsprechende nationale Daten nicht verfügbar sind, wendet RAINS ein einfaches Regressionsmodell an, das die N-Ausscheidung mit der Milchleistung verknüpft (Klimont und Brink, 2004):

$$m_{\text{excreted}} = m_0 + a \cdot Y$$

where	m_{excreted}	amount of N excreted (in kg place ⁻¹ a ⁻¹ N)
	m_0	constant ($m_0 = 0.2271$ kg place ⁻¹ a ⁻¹ N)
	a	constant ($a = 0.0178$ kg N (kg milk) ⁻¹)
	Y	milk yield (in kg place ⁻¹ a ⁻¹)

Die Datengrundlage sind Literaturwerte aus europäischen Studien. Das Bestimmtheitsmaß beträgt $R^2 = 0,84$.

2.2 Das LWK-Hannover-Verfahren

In den Richtwerten für die Nährstoffausscheidung landwirtschaftlicher Nutztiere gibt die Landwirtschaftskammer Hannover (LWK-Han-

For dairy cows, the most decisive parameter is obviously the milk yield per animal.

For Germany several regression models exist or can be applied to the German situation. Also, a mass balance approach is available. Other mass balance approaches developed in countries whose agriculture may be comparable to the German one, were described for Denmark and the United Kingdom. The internationally applied model RAINS calculates emissions for Germany. It uses a regression model to assess N excretion. It was therefore included into the comparison.

The eight calculation procedures were compared and tested for their applicability in order to find the procedure which is best suited to serve the inventory making process in Germany.

2 The regression methods

2.1 The RAINS method

Within the RAINS² integrated assessment model, N excretion of dairy cows is an important figure for the derivation of NH₃ emission factors. If national data are not communicated, RAINS uses a simple regression relating milk yield to N excretion (Klimont and Brink, 2004):

The regression is based on literature data from European studies. The coefficient of determination $R^2 = 0.84$.

2.2 The LWK-Hannover approach

In their guidance document on nutrient excretions, the Hannover Chamber of Agriculture (Landwirtschaftskammer, LWK-Hannover, 2002)

² Regional Air Pollution Information and Simulation, developed by International Institute of Applied Systems Analysis, IIASA, at Laxenburg, Austria

nover, 2002) vier Datenpaare, aus denen sich die folgende Regression ableiten lässt:

$$m_{\text{excreted}} = m_0 + a \cdot Y$$

where m_0 constant ($m_0 = 45.15 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
 a constant ($a = 0.00993 \text{ kg N (kg milk)}^{-1}$)

Die Herkunft der Daten wird nicht berichtet. Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,995.

2.3 Das FAL-LR-Verfahren

Am Institut für Ländliche Räume der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) findet ein Regressions-Verfahren Anwendung, das die N-Ausscheidungen aus der Milchleitung und dem Gras-Anteil $x_{\text{m, grass}}$ im Futter ableitet. Dieses Verfahren wurde den bisherigen deutschen Emissionsinventaren, die mit Hilfe von GAS-EM berechnet wurden (Dämmgen et al., 2002, 2003) zugrundegelegt.

$$m_{\text{excreted}} = (m_0 + a \cdot Y) \cdot f_{\text{grass}}$$

where m_0 constant ($m_0 = 45 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
 a constant ($a = 0.0095 \text{ kg N (kg milk)}^{-1}$)
 Y milk yield (in $\text{kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ milk}$)
 f_{grass} correction factor regarding the grass share in the diet

Der Korrekturfaktor f_{grass} wurde wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned} x_{\text{m, grass}} > 0.75 & f_{\text{grass}} = 1.1275 \\ 0.35 < x_{\text{m, grass}} < 0.75 & f_{\text{grass}} = (1 + 0.1275) \cdot (x_{\text{m, grass}} - 0.35) \cdot 100/40 \\ x_{\text{m, grass}} < 0.35 & f_{\text{grass}} = 1 \end{aligned}$$

where $x_{\text{m, grass}}$ share of grass and grass silage in forage dry matter (in kg kg^{-1})

Der Schätzung liegen 3 Datenpaare der Landwirtschaftskammer Hannover (LWK-Hannover, 1997) sowie 2 Datenpaare der Musterverwaltungsvorschrift (zitiert bei Frede und Dabbert, 1998) zugrunde. Das Bestimmtheitsmaß für die Schätzung beträgt 0,98.

2.4 Das RAUMIS-Verfahren

Das gesamtdeutsche Agrarsektormodell RAUMIS (Heinrichsmeyer et al., 1996) verwendet in seinem Kapitel 8 (Nährstoffbilanzierung in RAUMIS) die Regressionsbeziehung:

provides a data set for milk yields and N excretions (4 pairs), from which the following regression can be constructed:

The origin of the underlying data is not reported. The correlation coefficient is 0.995.

2.3 The FAL-LR method

The Institute of Rural Studies of the Federal Agricultural Research Centre (FAL) makes use of a regression approach which relates N excretion to milk yield and the share of grass $x_{\text{m, grass}}$ in the diet. This approach was used in those previously published German emission inventories which were calculated using GAS-EM (Dämmgen et al., 2002, 2003).

The correction factor was determined as follows:

The approach is based on 3 data pairs originating from the Hannover Chamber of Agriculture (LWK-Hannover, 1997) and 2 pairs of the official nutrient balance guidance (as cited in Frede and Dabbert, 1008). The coefficient of determination is 0.98.

2.4 The RAUMIS method

In its chapter 8 (nutrient balances in RAUMIS), the German agricultural sector model RAUMIS (Heinrichsmeyer et al., 1996) applies the following regression:

$$m_{\text{excreted}} = m_0 + a \cdot Y$$

where m_0 constant ($m_0 = 60.5 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
 a constant ($a = 0.0084 \text{ kg N (kg milk)}^{-1}$)

Die Verfasser geben in Heinrichsmeyer et al. (1996, S. 137) an, dass die Parameter vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zur Verfügung gestellt wurden. Sie wurden „leicht verändert“, ohne das beschrieben wurde, warum, wo und wie dies geschehen ist.

2.5 Das LfL-Verfahren

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL, 2004) gibt zwei Regressionsgleichungen an, die je nach dem Grünlandanteil $x_{A, \text{grass}}$ an der Gesamtfläche des betrachteten Betriebes anzuwenden sind:

$$m_{\text{excreted}} = m_0 + a \cdot Y$$

where $x_{A, \text{grass}} < 0.75$ $m_0 = 42 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$
 $a = 0.010 \text{ kg N (kg milk)}^{-1}$
 $x_{A, \text{grass}} > 0.75$ $m_0 = 73 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$
 $a = 0.007 \text{ kg N (kg milk)}^{-1}$

with $x_{a, \text{grass}}$ area of grassland on a farm related to overall area of the farm

Der Datensatz oder die Güte der Regression werden nicht beschrieben.

3 Die Massenbilanz-Verfahren

3.1 Das GfE-Verfahren

GfE (2001) gibt Richtzahlen zur Proteinversorgung von Milchkühen an. Die Menge des ausgeschiedenen N wird aus dem Proteinbedarf und den Ausscheidungen mit der Milch und dem Kalb berechnet. Das Gewicht der Kuh w_{cow} wird als im Mittel gleichbleibend angesehen.

$$m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} - m_{\text{calf}} - m_{\text{milk}} = m_{\text{excreted}}$$

where m_{feed} amount of nitrogen intake with feed (in $\text{kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$)
 m_{g} amount of nitrogen retained with growth ($m_{\text{g}} = 0$)
 m_{calf} amount of nitrogen lost with the calf
 m_{milk} amount of nitrogen secreted with milk

Die Protein-Aufnahme wird aus der folgenden Beziehung abgeleitet:

The authors explain that their data base was provided by the German Federal Ministry of Nutrition, Agriculture and Forestry. They were used with “slight changes”. However, these changes and the reasons for the change were not documented.

2.5 The LfL method

The Bavarian Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL, 2004) provides two equations, which are to be used according to the share of grassland in the respective area or enterprise:

No reference is made towards the origin of the data nor to the quality of the regression.

3 Mass balance methods

3.1 The GfE method

GfE (2001) provides “approximate values” for the protein supply of dairy cows. The amount of N excreted is derived from the protein requirements and the losses with milk and with the calf. The weight of the cow w_{cow} is considered to be constant.

The protein intake is given by the following relation:

$$m_{\text{feed}} = m_m + m_p + m_l$$

where	m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ N)
	m_m	amount of nitrogen required for maintenance
	m_p	amount of nitrogen required for pregnancy
	m_l	amount of nitrogen required for lactation

Die einzelnen Terme werden wie folgt bestimmt:

The single terms of this equation are determined as follows:

$$m_m = m_{\text{XP},m} \cdot x_N = (a + b \cdot w) \cdot x_N \cdot \alpha$$

where	$m_{\text{XP},\text{feed}}$	crude protein intake for maintenance (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ XP)
	a	constant ($a = 0.19 \text{ kg animal}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ XP}$)
	b	constant ($b = 0.004 \text{ kg kg}^{-1}$)
	w	animal weight (in kg animal ⁻¹)
	x_N	nitrogen content of crude protein ($x_N = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)
	α	time conversion factor ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)

and

$$m_{p,1} = t_1 \cdot m_{\text{XP},1} \cdot x_N$$

$$m_{p,2} = t_2 \cdot m_{\text{XP},2} \cdot x_N$$

where	$m_{p,1}$	amount of nitrogen required for pregnancy period 1
	t_1	duration of pregnancy period 1 ($t_1 = 21 \text{ d a}^{-1}$)
	$m_{\text{XP},1}$	amount of crude protein XP required for pregnancy period 1 ($m_{\text{XP},1} = 1.135 \text{ kg d}^{-1} \text{ XP}$)
	t_2	duration of pregnancy period 2 ($t_2 = 21 \text{ d a}^{-1}$)
	$m_{\text{XP},2}$	amount of crude protein XP required for pregnancy period 2 ($m_{\text{XP},2} = 1.230 \text{ kg d}^{-1} \text{ XP}$)
	x_N	nitrogen content in XP ($x_N = 1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

as well as

$$m_l = (d + e \cdot x_{\text{MP}}) \cdot Y \cdot x_N$$

where	m_l	amount of nitrogen required for lactation (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ N)
	d	constant ($d = 0.017 \text{ kg MP}$)
	e	constant ($e = 0.020 \text{ kg}$)
	x_{MP}	milk protein content (in kg kg ⁻¹ MP)
	Y	milk yield (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹)

Die N-Menge, die bei der Geburt des Kalbs und mit der Milch abgegeben wird, berechnet sich zu:

The amount of N lost with the pregnancy products (calf) and the milk are:

$$m_{\text{calf}} = n_{\text{calf}} \cdot w_{\text{calf}} \cdot x_{\text{N},\text{calf}}$$

$$m_{\text{milk}} = Y \cdot x_{\text{N},\text{milk}}$$

where	n_{calf}	number of calves per year ($n = 1.0 \text{ animal a}^{-1}$)
	w_{calf}	weight of the calf ($w = 36 \text{ kg animal}^{-1}$)
	$x_{\text{N},\text{calf}}$	nitrogen content of the calf ($x_{\text{calf}} = 0.0296 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

and	x_{MP}	protein content of milk (in kg kg ⁻¹ MP)
	$x_{\text{N},\text{milk}}$	nitrogen content of milk protein ($x_{\text{N},\text{milk}} = 1/6.38 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Die Datenherkunft und die Qualität der Regressionen sind in GfE (2001) ausführlich beschrieben.

The data sources and the quality of the regressions involved are described in detail in GfE (2001).

3.2 Das EC-Verfahren

Der hier als EC-Verfahren bezeichnete Rechenweg wurde von der Europäischen Kommission (2002) veröffentlicht und im Vereinigten Königreich angewendet und von dort bereitgestellt (B. Cottrill, ADAS, UK, Privatmitteilung). Die Bilanzgleichung lautet:

$$m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} - m_{\text{calf}} - m_{\text{milk}} = m_{\text{excreted}}$$

Die N-Aufnahme der Kuh mit dem Futter wird aus ihrem Gewicht, der Milchleistung und dem durchschnittlichen N-Gehalt des Futters abgeleitet:

$$m_{\text{feed}} = (a \cdot w_{\text{cow}}^{0.75} + b \cdot Y) \cdot x_{\text{N, feed}}$$

where	m_{feed}	amount of nitrogen intake with feed (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ N)
	a	constant ($a = 19 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ DM}$)
	w	scalar of w
	w	animal weight (in kg animal ⁻¹)
	b	constant ($b = 0.5 \text{ kg DM (kg milk)}^{-1}$)
	$x_{\text{N, feed}}$	N content of feed ($x_{\text{N, feed}} = 0.026 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Die N-Verluste mit der Geburt des Kalbs m_{calf} und die mit der Milch ausgeschiedene N-Menge m_{milk} werden wie in GfE (2001) (siehe oben) berechnet. Die N-Retention m_{g} ergibt sich zu:

$$m_{\text{g}} = w \cdot x_{\text{N, cow}}$$

where	m_{g}	amount of N retained in animal during growth (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ N)
	$x_{\text{N, cow}}$	N content of cow mass gained ($x_{\text{N, cow}} = 0.025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Die N-Ausscheidung wird dann wie oben aus der Bilanz-Gleichung bestimmt.

Zur Herkunft der Konstanten siehe AB-DLO – ERM (1999).

3.3 Das dänische Verfahren

Das dänische Verfahren leitet Standard-Werte aus Experimenten und Bilanz-Erwägungen ab. Das Verfahren ist bei Poulsen und Kristensen (1998) und Poulsen et al. (2001) ausführlich beschrieben.

Unter Berücksichtigung des Massen-Erhalts ergibt sich

3.2 The EC method

The calculation procedure called EC method was published by the European Commission (2002). It has been used in and communicated by the United Kingdom. (B. Cottrill, ADAS, UK, private communication). The balance used is:

The N intake with feed is derived from animal weight, its milk yield and the mean N contents of the diet:

N losses with the body of the calf and with milk are calculated in the same way as in GfE (2001) (see above). The N retained is calculated as

N excretion is then calculated using the mass balance equation as above.

For the data base see AB-DLO –ERM (1999).

3.3 The Danish procedure

The Danish method is established using standard values derived from experiments and balance considerations. The procedure is described in detail in Poulsen and Kristensen (1998) and Poulsen et al. (2001).

On the base of mass conservation, the calculation procedure makes use of the following basic assumption:

$$m_{\text{feed}} - m_{\text{g}} - m_{\text{calf}} - m_{\text{milk}} = m_{\text{urine}} + m_{\text{faeces}}$$

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

Zur Beschreibung der aufgenommenen Futtermenge bezieht sich das Verfahren nicht auf den Energie- und Protein-Bedarf (wie GfE, 2001), sondern auf Fütterungsexperimente und auf die Analyse von Daten, die von Danish Periodic Feed Control zur Verfügung gestellt wurden. Das Verfahren benutzt die Skandinavische Futter Einheit (Scandinavian Feed Unit, SFU)³ zur Beschreibung der Energiemengen. Die so beschriebenen Energiemengen werden in diesem Dokument als „Standardenergien“ (*SE*) bezeichnet.

Die mit der Nahrung aufgenommene N-Menge ergibt sich aus der Standardenergie wie folgt:

For the determination of feed intake, the methodology is not based on the energy and protein demand of the cows (as in GfE 2001) but rather on feeding experiments and analyses of data provided by the Danish Periodic Feed Control conducted on cattle farms in practice. The basic energy unit used is the Scandinavian Feed Unit (SFU)³. The energy described with this unit is named “standard energy” (*SE*) in this document.

N intake with feed m_{feed} is obtained from the standard energy according to

$$m_{\text{feed}} = SE_{\text{feed}} \cdot x_{\text{XP}} \cdot x_{\text{N}}$$

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

with

$$SE_{\text{feed}} = SE_{\text{m}} + SE_{\text{l}} + SE_{\text{p}} + SE_{\text{g}}$$

where	SE	standard energy (in SFU animal ⁻¹ a ⁻¹)
	SE_{m}	standard energy required for maintenance
	SE_{l}	standard energy required for lactation
	SE_{p}	standard energy required for foetus growth
	SE_{g}	standard energy required for growth

Der Rohprotein-Gehalt des Futters x_{XP} ist das gewichtete Mittel aus den entsprechenden Gehalten des Raufutters auf der Weide und im Stall; Wichtungsfaktor ist der Zeitanteil von Weidegang und Aufenthaltsdauer im Stall:

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

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

where	t_{graz}	duration of grazing (in d a ⁻¹)
	α	time constant ($\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$)
	$x_{\text{XP,house}}$	concentration of crude protein in typical feed in the animal house (related to <i>SE</i>) ($x_{\text{XP,house}} = 0.173 \text{ kg SFU}^{-1}$)
	$x_{\text{XP,graz}}$	concentration of crude protein in typical feed during grazing (related to <i>SE</i>) ($x_{\text{XP,graz}} = 0.183 \text{ kg SFU}^{-1}$)

Die Berechnung der Standard-Erhaltungenergie SE_{m} setzt die Kenntnis des Tiergewichts voraus. In Deutschland müssen diese Gewichte

The standard energy required for maintenance SE_{m} presupposes knowledge of the mean animal weight. In Germany, animal weights are available

³ 1 SFU *SE* is approximately equivalent to 12 MJ *ME*.

aus den Schlachtkörper-Gewichten abgeleitet werden.

as carcass weights, from which live weights can be derived.

$$SE_m = \left(\frac{w_{\text{cow}}}{i} + j \right) \cdot \alpha \cdot k$$

where	w_{cow}	animal weight (in kg animal ⁻¹)
	i	specific weight per unit of standard energy required ($i = 200$ kg animal ⁻¹)
	j	constant ($j = 1.5$)
	α	time conversion factor ($\alpha = 365$ d a ⁻¹)
	k	specific energy consumption ($k = 1.1$ SFU kg ⁻¹ d ⁻¹)

Die Standard-Laktationsenergie SE_l ergibt sich aus der Milchleistung und -zusammensetzung. Daten für die Milchfett- und Milcheiweißgehalte sind für Deutschland verfügbar.

The standard energy required for lactation SE_l is derived from milk yield and composition. Data on milk fat content and milk protein content are available throughout Germany.

$$SE_l = g \cdot Y_{m,\text{corr}} + h \cdot Y_{m,\text{corr}}^2$$

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

with

$$Y_{m,\text{corr}} = Y_m \cdot \frac{c \cdot x_f + d \cdot x_{\text{mp}} + e}{f}$$

where	Y_m	annual milk yield (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹)
	c	constant ($c = 0.00383$)
	x_f	fat content of milk (in kg kg ⁻¹)
	d	constant ($d = 0.00242$)
	x_{mp}	protein content of milk (in kg kg ⁻¹)
	e	constant ($e = 0.7832$)
	f	constant ($f = 3.14$)

Die Standard-Reproduktionsenergie SE_p wird als constant angesehen. Für schwere Rassen wird angenommen: $SE_p = 130$ SFU Tier⁻¹ a⁻¹.

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

Die Standard-Wachstumsenergie SE_g wird von der Gewichtszunahme abgeleitet:

The Standard energy required for growth SE_g is derived from the growth rate.

$$SE_g = \Delta w \cdot c_{\text{SEg}}$$

where	SE_g	standard energy for growth (in SFU animal ⁻¹ a ⁻¹)
	Δw	weight gain (in kg animal ⁻¹ a ⁻¹)
	c_{SEg}	specific energy consumption for growth ($c_{\text{SEg}} = 4.0$ SFU kg ⁻¹)

Die mit der Milch ausgeschiedene N-Menge ist eine Funktion der Milchmenge und dem N-Gehalt der Milch:

The amount of nitrogen excreted with milk m_l is a function of milk yield and nitrogen content of the milk.

$$m_l = Y_m \cdot x_{\text{p,milk}} \cdot x_{\text{N,milk}}$$

where	$x_{\text{p,milk}}$	protein content of milk (in kg kg ⁻¹ protein)
	$x_{\text{N,milk}}$	nitrogen content of milk protein ($x_{\text{N,milk}} = 1/6.38$ kg kg ⁻¹ N)

Die N-Retention im Körper der Kuh lässt sich aus der Gewichtszunahme und dem typischen N-Gehalt des Gewichtszuwachses errechnen. Für erwachsene Kühe ist diese Menge nahezu Null.

The amount of nitrogen retained in the cow's body m_g is calculated from the weight gain and the mean nitrogen content of the cow. For adult cows, this term can be assumed to be close to zero.

$$m_g = \Delta w_{\text{cow}} \cdot x_{\text{N,cow}}$$

where $x_{\text{N,cow}}$ nitrogen content of (whole) cow ($x_{\text{N,cow}} = 0.0256 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Die Geburt von Kälbern führt zu einem N-Austrag, der eine Funktion der Anzahl der jährlich geborenen Kälber, des Gewichts dieser Kälber und ihrem N-Gehalt ist:

The birth of the calf results in nitrogen exported. The amount lost m_p is a function of the weight of the calfs and its nitrogen content:

$$m_p = n_{\text{calf}} \cdot w_{\text{calf}} \cdot x_{\text{N,calf}}$$

where n_{calf} number of calves (in animal a^{-1})
 w_{calf} weight of calf (in kg animal $^{-1}$)
 $x_{\text{N,calf}}$ nitrogen content of the (whole) calf ($x_{\text{N,calf}} = 0.0296 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

Die Massenerhaltung lässt dann die Berechnung der Menge des mit Exkrementen ausgeschiedenen N zu:

Mass conservation then allows the amount of nitrogen excreted to be assessed:

$$m_{\text{ex}} = m_{\text{feed}} - (m_l + m_g + m_{\text{calf}})$$

Diese Menge lässt sich unter Verwendung der Futtermenge und -energie über eine Regression in eine Kot- und eine Urin-Fraktion zerlegen. Die mit dem Kot ausgeschiedene N-Menge $m_{\text{ex, faeces}}$ berechnet sich dann zu

which can be disaggregated in the faeces and urine fractions using information on the amount and standard energy taken in by the animal. The N excreted with faeces $m_{\text{ex, faeces}}$ is determined using a regression approach:

$$m_{\text{ex,faeces}} = \alpha \cdot \left(p \cdot \frac{m_{\text{feed}}}{\alpha} + q \cdot \frac{DM}{\alpha} + r \cdot \left(\frac{DM}{\alpha} \right)^2 \right) \cdot x_{\text{N}}$$

where p constant ($p = 40$)
 DM dry matter intake (in kg animal $^{-1} \text{ a}^{-1}$)
 q constant ($q = 20$)
 r constant ($r = 1.8 \text{ kg}^{-1} \text{ animal a}$)
 x_{N} nitrogen content of crude protein ($1/6.25 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$)

with
$$DM = \frac{SE}{c_{\text{SE,DM}}}$$

where SE total standard energy intake (in SFU animal $^{-1} \text{ a}^{-1}$)
 $c_{\text{SE,DM}}$ specific SE content of feed dry matter (SFU kg^{-1})

Schließlich wird die im Urin ausgeschiedene N-Menge $m_{\text{ex, urine}}$ als Restglied bestimmen, wenn andere N-Verluste, etwa durch die Atemluft oder mit Schweiß, ausgeschlossen werden. Dies trifft in der Praxis zu.

Finally, the amount of nitrogen excreted with urine $m_{\text{ex, urine}}$ is the remainder, if other N losses (with breath or sweat) can be excluded, which is true in practice:

$$m_{\text{ex,urine}} = m_{\text{ex}} - m_{\text{ex,faeces}}$$

Damit wird der TAN-Gehalt der Ausscheidungen zu einer Variablen ($0,5 < x_{\text{TAN}} < 0,65$).

4 Die für die Modelle benötigten und die in Deutschland zur Verfügung stehenden Datensätze

Die in Deutschland zur Verfügung stehenden Parameter zur Beschreibung von Milchkühen und zur Durchführung der Rechnungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Mit Ausnahme der Gewichtszunahme der Milchkühe sind auch die vom komplexesten Modell benötigten Daten vorhanden.

The ratio x_{TAN} of TAN to total nitrogen becomes a variable ($0.5 < x_{\text{TAN}} < 0.65$).

4 The data required to run the models and the data sets available in Germany

The parameters available in Germany, which are required to describe dairy cows and run the models, are listed in Table 1. With the exception of weight gain, the data needed to run the most complex model are existing.

parameter	symbol	resolution	type
animal numbers	n	RD	S
milk yield	Y	RD	S
animal weight	w_{cow}	FS	cS
animal weight gain	Δw_{cow}	NA	
nitrogen content of cow	$x_{\text{N, cow}}$	G	C
milk protein content	x_{XP}	RD	S
milk fat content	x_{f}	RD	S
time spent grazing	t_{graz}	RD	M
area of grassland	A_{graz}	RD	S
calf weight	w_{calf}	G	C
nitrogen content of calf	$x_{\text{N, calf}}$	G	C

RD: rural district; FS: Federal State; G: Germany; NA: not available
S: statistics; cS: calculated from statistics; C: constant; M: model

5 Vergleich der Ergebnisse der Rechnungen mit den beschriebenen Modellen

Mit Hilfe der für 2001 vorhandenen Datensätze für Landkreise wurden die N-Ausscheidungen pro Kuh und die N-Ausscheidungen je Bundesland berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 und 3 zusammengestellt.

5 Comparison of the results of the calculations with the models described

The data set available for 2001 was used to calculate N excretions from district data, both as N excretions per cow and as total N excretion per Federal State. The results obtained are compiled in Tables 2 and 3.

Table 2
Intercomparison of excretion model results. I. Nitrogen excretion in kg animal⁻¹ a⁻¹ N

	RAINS	LWK-H	FAL-LR	RAUMIS	LfL	GfE	UK	DK
Schleswig-Holstein	113.7	107.4	118.4	114.4	105.4	85.3	108.5	116.2
Niedersachsen	117.4	111.7	123.2	118.1	109.7	88.3	112.0	119.5
Nordrhein-Westfalen	116.0	110.1	120.0	116.6	108.0	85.9	109.0	114.9
Hessen	116.0	110.2	121.3	116.7	108.1	86.1	108.0	115.5
Rheinland-Pfalz	110.5	103.7	114.5	111.1	101.6	80.2	102.8	106.2
Baden-Württemberg	105.9	98.3	108.0	106.5	96.1	77.5	101.4	101.9
Bayern	106.1	98.6	107.5	106.7	96.3	78.8	103.1	104.2
Saarland	109.8	102.8	113.6	110.4	100.7	80.4	105.3	107.6
Brandenburg	120.3	115.2	121.4	121.0	113.2	90.9	110.6	119.2
Mecklenburg-Vorp.	120.5	115.4	122.7	121.2	113.4	90.8	108.9	119.3
Sachsen	121.0	116.0	122.4	121.7	114.0	91.3	109.6	121.1
Sachsen-Anhalt	120.9	115.9	119.5	121.6	113.9	92.0	112.7	121.6
Thüringen	123.9	119.3	124.9	124.6	117.5	93.5	112.8	123.5
Berlin	115.8	109.9	121.3	116.5	107.9	88.8	114.0	112.4
Bremen	119.6	114.3	126.0	120.3	122.2	90.3	113.5	122.7
Hamburg	113.0	106.6	117.7	113.6	104.5	84.6	107.7	115.0
Stadtstaaten	116.1	110.3	121.7	116.8	111.5	87.9	111.7	116.7
Germany	112.9	106.5	115.8	113.5	104.4	84.2	107.1	112.2

Table 3
Intercomparison of excretion model results. II. Nitrogen excretion per Federal State in Gg a⁻¹ N

	RAINS	LWK-H	FAL-LR	RAUMIS	LfL	GfE	UK	DK
Schleswig-Holstein	41.2	38,9	42.9	41.4	38.2	30.9	39.3	42.1
Niedersachsen	89.5	85,2	94.0	90.1	83.7	67.3	85.5	91.2
Nordrhein-Westfalen	46.9	44,5	48.5	47.1	43.7	34.7	44.0	46.4
Hessen	19.5	18,6	20.4	19.7	18.2	14.5	18.2	19.5
Rheinland-Pfalz	14.6	13,7	15.1	14.7	13.4	10.6	13.6	14.0
Baden-Württemberg	44.3	41,1	45.2	44.5	40.2	32.4	42.4	42.6
Bayern	148.8	138,1	150.6	149.5	135.0	110.5	144.5	146.0
Saarland	1.7	1,6	1.8	1.7	1.6	1.3	1.6	1.7
Brandenburg	22.8	21,8	23.0	23.0	21.5	17.2	21.0	22.6
Mecklenburg-Vorp.	22.9	21,9	23.3	23.0	21.6	17.3	20.7	22.7
Sachsen	26.1	25,0	26.4	26.2	24.6	19.7	23.6	26.1
Sachsen-Anhalt	18.0	17,3	17.8	18.2	17.0	13.7	16.8	18.2
Thüringen	16.7	16,1	16.9	16.8	15.8	12.6	15.2	16.7
Berlin	0.0	0,0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bremen	0.4	0,4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
Hamburg	0.1	0,1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Stadtstaaten	0.5	0,5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5
Germany	513.6	484.3	526.4	516.4	474.9	383.1	486.9	510.1

Die Ergebnisse der Rechnungen der Regressionsmodelle von RAINS, FAL-LR und RAUMIS und des dänischen Modells stimmen im Rahmen des Möglichen gut überein. Die Ausscheidungen nach dem Modell der LWK-Hannover, das UK-Modell und die LfL-Regression bewegen sich in gleicher Größenordnung unter den zuvor genannten Rechnungen. Angesichts eines wahrscheinlichen Fehlers in der Größenordnung von 30 % erscheint die Abweichung erträglich.

Dabei ist auffällig, dass das LfL-Kriterium für eine Einordnung eines Betriebes als Grünland-Betrieb auf Landkreisebene nie (Ausnahme: Bremen) erfüllt wird. Die hier durchgeführte Rechnung führt also in diesem Fall systematisch zu

Within the bounds of possibility, the results obtained with the RAINS, FAL-LR and RAUMIS regression models and the Danish model agree quite well with one another. The excretions modelled with the LWK Hannover approach; the UK model and the LfL regression fall below this mean by about the same amount. Keeping in mind that the probable uncertainty of these data is in the range of 30 %, the deviations of the various models appear to be tolerable.

It is conspicuous that the LfL criterion for the assignment of a region to a grassland region is met in Bremen only. The calculation with means for a whole region obviously leads to biased (underestimated) N excretions even in regions with high

Unterschätzungen der tatsächlichen Werte in Regionen mit örtlich hohen Grünlandanteilen.

Das GfE-Modell berechnet die N-Ausscheidung bei bedarfsgerechter Fütterung. Alle anderen Rechnungen gehen von Fütterung unter den wirklich herrschenden Bedingungen aus. Der Vergleich macht deutlich, welche Minderungspotenziale (theoretisch) bestehen, wenn man die Tiere bedarfsgerecht füttert.

Insbesondere ist die Übereinstimmung zwischen dem FAL-LR, dem RAUMIS- und dem DK-Modell so gut, dass es gerechtfertigt erscheint, das DK-Modell in den zukünftigen Berechnungen einzusetzen, da es im Rechenverfahren und im Parametersatz die Methoden bei der Bestimmung der Emissionen C-haltiger Spezies am ehesten widerspiegelt.

Abbildung 1 verdeutlicht, wie das FAL-LE und das dänische Verfahren übereinstimmen:

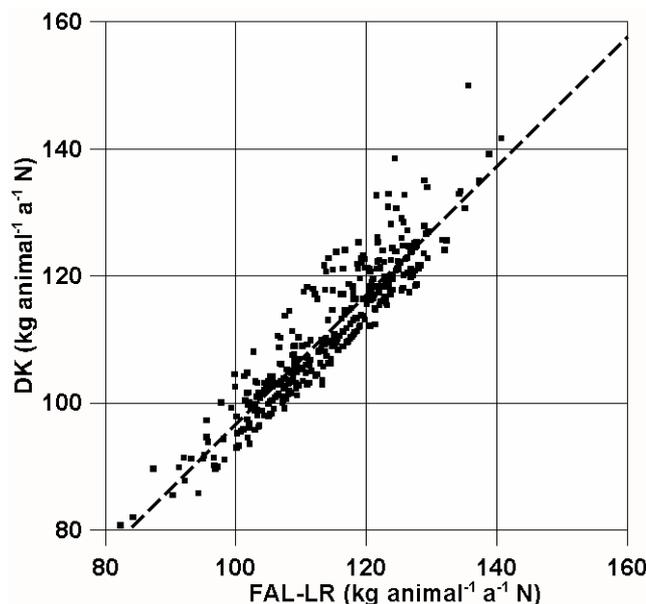


Figure 1
Nitrogen excretions per cow (single rural districts) as calculated using the regression provided by LWK-WE and using the Danish mass balance oriented model (DK). Broken line: linear regression ($R^2 = 0.84$).

Rechnungen mit beiden „realistischen“ Massenbilanz-Verfahren machen deutlich, dass Gewichtszunahmen keinen merklichen Einfluss auf die N-Ausscheidungen haben.

Das dänische Modell erlaubt die Berechnung von TAN. Diese Größe wird damit zu einer zeitlich und örtlich variablen Größe. TAN-Gehalte bewegen sich zwischen 50 und 60 %, wie sie in ähnlicher Form auch in Deutschland gemessen wurden (vgl. z.B. Riemeier, 2004).

Die Vergleich der beiden Modelle ist gut angesichts der Tatsache, dass auch gemessene und sehr aufwändig modellierte Daten, etwa in Kebreab et

shares of grassland.

The GfE model calculates N excretion for the amount and composition of feed required. All other calculations consider the feed intake in real and practical circumstances. This comparison also gives a hint how large the reduction potential is in theory, if the animals are fed according to their requirements.

On the other hand, the agreement between the FAL-LR and RAUMIS regression models based on measured data and the Danish model is good enough to justify the use of this model for future calculations. This is important as the model makes use of a data set which is comparable to the one used for calculations of the emissions of carbon species.

Figure 1 illustrates the correlation between FAL-LR and the Danish model.

Calculations with the two “realistic” mass flow approaches indicate that weight gain is not an important parameter for the assessment of N excretion.

The Danish model allows to calculate TAN. Thus, this entity becomes a variable. Tan contents in excreta vary between 50 and 60 %, i.e. in the same order of magnitude as the measurements published in Germany (Riemeier, 2004).

The comparison of the two models is satisfactory, keeping in mind that even measured data and elaborately modelled data show a similar scatter,

al. (2002) erheblich streuen.

Wir haben uns daher entschieden, das dänische Modell für die Berechnungen von Stickstoff-Ausscheidungen von Milchkühen für die Erstellung von Emissionsinventaren einzusetzen.

as e.g. in Kebreab et al. (2002).

Thus, we decided to use the Danish model to assess nitrogen excretions in dairy cattle management with respect to the construction of emission inventories.

References

- Bach M, Frede H-G (2002) Methodik zur Berechnung von Stickstoff- und Phosphor-Bilanzen für die Landwirtschaft in Deutschland. Typescript, University of Gießen, 11 pp
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2002) GAS-EM – ein Kalkulationsprogramm für Emissionen aus der Landwirtschaft. Landbauforsch Völkenrode 52, 19-42
- Dämmgen U, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2003) Calculations of Emissions from German Agriculture – National Emission Inventory Report (NIR 2004 for 2002. Landbauforsch Völkenrode Special Issue 260, 5-32
- ERM/ AB-DLO (1999), Establishment of Criteria for the Assessment of Nitrogen Content in Animal Manures,. European Commission, Final Report November 1999.
- European Commission (ed.) (2002) Livestock Manures – Nitrogen Equivalents. European Commission, Brussels. ISBN 92-894-1277-1.
[http://sea.helcom.fi/dps/docs/documents/Working%20Group%20on%20Agriculture%20\(WGA\)/WGA%207,%202003/5-3-INF.pdf](http://sea.helcom.fi/dps/docs/documents/Working%20Group%20on%20Agriculture%20(WGA)/WGA%207,%202003/5-3-INF.pdf)
- FredeG, Dabbert S (eds) (1998) Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Landsberg, ecomed.
- GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Ausschuss für Bedarfsnormen (2001) Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt/M., DLG, 135 pp.
- 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
- Kebreab E, France J, Mills JAN, Allison R, Dijkstra J (2003) A dynamic model of N metabolism in the lactating dairy cow and an assessment of impact of N excretion on the environment, J Animal Sci 80, 248-259
- Klimont Z, Brink C (2004) Modelling of Emissions of Air Pollutants and Greenhouse Gases from Agricultural Sources. IIASA – International Institute for Applied Systems Analysis. Interim Report IR-04-048. IIASA, Laxenburg, pp. 69.
- LfL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (ed.) (2004a) Basisdaten für die Ermittlung des Düngedarfs und Umsetzung der Düngerverordnung, Stand Dezember 2004. <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/10536/>
- LWK-Hannover – Landwirtschaftskammer Hannover (1997) Nährstoffvergleich auf Feld-Stall-Basis. § 5 der Düngerverordnung. Hannover. http://www.lwk-hannover.de/data/documents//Tab_Feld3.pdf.
- LWK-Hannover – Landwirtschaftskammer Hannover (2002) Nährstoffvergleich auf Feld-Stall-Basis. § 5 der Düngerverordnung. Hannover. http://www.lwk-hannover.de/data/documents/Richtwerte_Feldstall.pdf
- Poulsen HD, Børsting CF, Rom HB, Sommer SG (2001) Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normalt 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 HG, Kristensen VF (1998) Standard Values for Farm Manure. A Revaluation of the Danish Standard Values concerning the Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content of Manure. DIAS report 7. Danish Institute of Agricultural Sciences, Foulum. 160 pp.
- Riemeier A (2004) Einfluss der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf die Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese, Menge des am Dünndarm anflutenden Proteins (nXP) sowie die Stickstoffausscheidung, Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover
- RogasikJ, Funder U, Schnug E (2004) N-Bilanz als Nachhaltigkeits- und Agrarumweltindikator. In: Tagung und Dialogforum Nachhaltigkeits- und Agrarumweltindikatoren: 25.-26. März 2004, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn, Tagungsdokumentation BMVEL, pp 60-73.

251	Susanne Freifrau von Münchhausen (2003) Modellgestützte Analyse der Wirtschaftlichkeit extensiver Grünlandnutzung mit Mutterkühen	8,00€
252	Axel Munack . Olaf Schröder . Hendrik Stein . Jürgen Krahl und Jürgen Bünger (2003) Systematische Untersuchungen der Emissionen aus der motorischen Verbrennung vom RME, MK1 und DK	5,00€
253	Andrea Hesse (2003) Entwicklung einer automatisierten Konditionsfütterung für Sauen unter besonderer Berücksichtigung der Tierleistung	8,00€
254	Holger Lilienthal (2003) Entwicklung eines bodengestützten Fernerkundungssystems für die Landwirtschaft	8,00€
255	Herwart Böhm . Thomas Engelke . Jana Finze . Andreas Häusler . Bernhard Pallutt . Arnd Verschwele und Peter Zwerger (Hrsg.) (2003) Strategien zur Regulierung von Wurzelunkräutern im ökologischen Landbau	10,00€
256	Rudolf Artmann und Franz-Josef Bockisch (Hrsg.) (2003) Nachhaltige Bodennutzung — aus technischer, pflanzenbaulicher, ökologischer und ökonomischer Sicht	9,00€
257	Axel Munack und Jürgen Krahl (Hrsg.) (2003) Erkennung des RME-Betriebes mittels eines Biodiesel-Kraftstoffsensors	5,00€
258	Martina Brockmeier . Gerhard Flachowsky und Ulrich von Poschinger-Camphausen (Hrsg.) (2003) Statusseminar Welternährung Beiträge zur globalen Ernährungssicherung	9,00€
259	Gerold Rahmann und Hiltrud Nieberg (Hrsg.) (2003) Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2002	8,00€
260	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2003) Nationaler Inventarbericht 2004 — Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen — Teilbericht der Quellgruppe Landwirtschaft	7,00€
262	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2003) Fleisch 2025	9,00€
263	Ernst-Jürgen Lode und Franz Ellendorff (Hrsg.) (2003) Perspektiven in der Tierproduktion	7,00€
268	Martina Brockmeier und Petra Salamon (2004) WTO-Agrarverhandlungen — Schlüsselbereich für den Erfolg der Doha Runde Optionen für Exportsubventionen, Interne Stützung, Marktzugang	9,00€
269	Angela Bergschmidt (2004) Indikatoren für die internationale und nationale Umweltberichterstattung im Agrarbereich	8,00€
270	Klaus Walter (2004) Analyse der Beziehung zwischen den Kosten für Tierarzt und Medikamente in der Milchviehhaltung und der Produktionstechnik, dem Futterbau, der Arbeitswirtschaft sowie der Faktorausstattung ausgewählter norddeutscher Betriebe	9,00€
271	Uwe Petersen und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2004) Workshop Positivliste für Futtermittel als Beitrag zur Futtermittelsicherheit — Erwartungen, Konzepte, Lösungen A Positive List of feedstuffs as a contribution to feed safety — Expectations, concepts and solutions	7,00€
272	Gerold Rahmann und Thomas van Elsen (Hrsg.) (2004) Naturschutz als Aufgabe des Ökologischen Landbaus	7,00€
273	Gerold Rahmann und Stefan Kühne (Hrsg.) (2004) Ressortforschung für den ökologischen Landbau 2004	7,00€

274	Folkhard Isermeyer (Hrsg.) (2004) Ackerbau 2025	9,00€
275	Abdelaziz Ibrahim Abdelaziz Aly Omara (2004) Further development of a mobile wind energy plant for a low-pressure irrigation system	9,00€
276	Gerold Rahmann . Hiltrud Nieberg . Susanne Drengemann . Alois Fenneker . Solveig March . Christina Zurek Bundesweite Erhebung und Analyse der verbreiteten Produktionsverfahren, der realisierten Vermarktungswege und der wirtschaftlichen sowie sozialen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe und Aufbau eines bundesweiten Praxis-Forschungs-Netzes (2004)	13,00€
277	Ioana Salac (2005) Influence of the sulphur and nitrogen supply on S metabolites involved in Sulphur Induced Resistance (SIR) of <i>Brassica napus</i> L.	11,00€
278	Maria del Carmen Lamas (2005) Factors affecting the availability of uranium in soils	8,00€
279	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Bestimmung von Ammoniak-Einträgen aus der Luft und deren Wirkung auf Waldökosysteme (ANSWER-Projekt)	7,00€
280	Hans-Joachim Weigel und Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2005) Biologische Senken für atmosphärischen Kohlenstoff in Deutschland — Tagungsband	9,00€
281	Albert Sundrum and Friedrich Weißmann (eds.) (2005) Organic pig production in free range systems	7,00€
282	Folkhard Isermeyer . Alexander Gocht . Werner Kleinhanß . Bernd Küpker . Frank Offermann . Bernhard Osterburg . Joachim Riedel und Ulrich Sommer (2005) Vergleichende Analyse verschiedener Vorschläge zur Reform der Zuckermarktordnung	7,00€
283	Luit J. De Kok and Ewald Schnug (eds.) (2005) Proceedings of the 1st Sino-German Workshop on Aspects of Sulfur Nutrition of Plants	11,00€
284	Rainer Oppermann and Gerold Rahmann (2005) Transforming Rural Communication Three sociological case studies in a developed an urbanized rural area of northern Germany: regional partnership Lübeck bay, organic farming and nature protection	7,00€
285	Jyldyz Uzakbaeva (2005) Effect of different tree species on soil quality parameters in forest plantations of Kyrgyzstan	8,00€
286	Silvia Haneklaus, Rose-Marie Rietz, Jutta Rogasik and Susanne Schrötter (eds.) (2005) Recent advances in in agricultural chemistry	11,00€
287	Maria del Carmen Rivas (2005) Interactions between soil uranium contamination and fertilization with N, P and S on the uranium content and uptake of corn, sunflower and beans, and soil microbiological parameters	8,00€
288	Alexandra Izosimova (2005) Modelling the interaction between Calcium and Nickel in the soil-plant system	8,00€
289	Wilfried Brade und Gerhard Flachowsky (Hrsg.) (2005 ²) Rinderzucht und Milcherzeugung — Empfehlungen für die Praxis	13,00€
290	Gerold Rahmann (Hrsg.) (2005) Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2005	9,00€
291	Ulrich Dämmgen (Hrsg.) (2006) Nationaler Inventarbericht 2006: Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft	16,00€
[291 A]	Calculations of Emissions from German Agriculture — National Emission Inventory Report (NIR) 2006 for 2004: Tables Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft — Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2006 für 2004: Tabellen	

Viele frühere Sonderhefte sind weiterhin lieferbar.

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an landbauforschung@fal.de oder Frau Röhm unter 0531-596-1403.