

## **Institute of Agroecology**

Ulrich Dämmgen  
Helmut Döhler  
Bernhard Osterburg

Manfred Lüttich  
Brigitte Eurich-Menden

## **Calculations of emissions from German agriculture - national emission inventory report (NIR) 2006 for 2004 *Methods and data (GAS-EM)***

Published in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 291, pp. 47-221

Braunschweig  
**Federal Agricultural Research Centre (FAL)**  
2005



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 Dämmgen<sup>1</sup>, Manfred Lüttich<sup>1</sup>, Helmut Döhler<sup>2</sup>, Brigitte Eurich-Menden<sup>2</sup> and Bernhard Osterburg<sup>3</sup>*

<b>Inhaltsübersicht</b>		<b>Table of Contents</b>	
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

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

<sup>2</sup> Association for Technology and Structures in Agriculture, Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, Germany

<sup>3</sup> 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 Düngekalk (SNAP 100600)	Pesticides and limestone (SNAP 100600)	165
4.6.1	Pestizide	Pesticides	165
4.6.2	Düngekalk	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 Tabellenkalkulationsprogramm<sup>4</sup> 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 SNAP<sup>5</sup> (alle Emittententypen außer Tieren, z.B. „1002“) oder Kürzel (alle Tierkategorien, z.B. „Dc“ für „dairy cattle“).

<sup>4</sup> This programme was established under Excel 97.

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

## 2 GAS-EM, Version 2005, Structure and Terminology

GAS-EM is a modular programme<sup>4</sup> 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 SNAP<sup>5</sup> (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”).



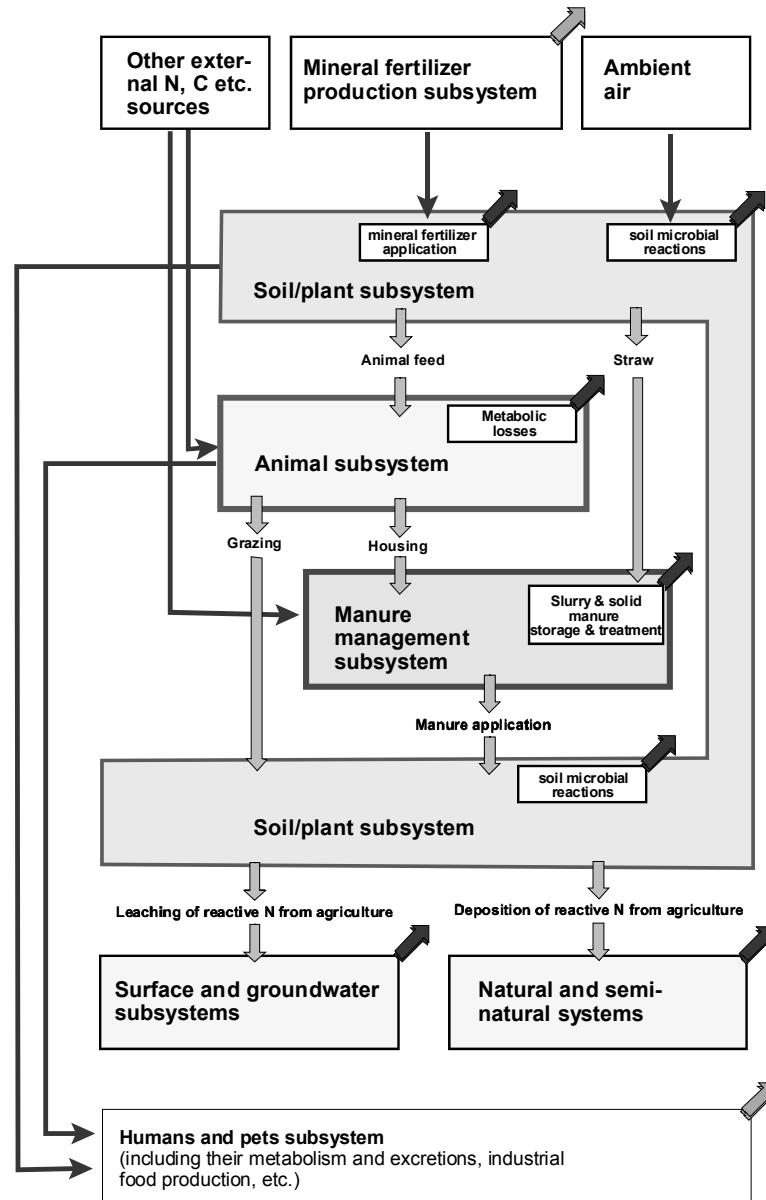


Figure 2.1: Mass flows considered in the EMEP/CORINAIR Guidebook Chapter 10 (Agriculture): Narrow black arrows: mass flow between external sources and sinks and the agricultural subsystems; sloping broad black arrows: emissions to the atmosphere. Vertical broad grey arrows: fluxes between agricultural 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub>-N, **nicht** 7 kg NH<sub>3</sub>-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub>-N, **not** 7 kg NH<sub>3</sub>-N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>

The use of unspecified fractions (such as %) is

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

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

Tabelle 2.1 gibt eine Auflistung häufig gebräuchter 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

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

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.

N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen sind eine Hauptquellgruppe hinsichtlich ihres Niveaus und ihres Trends (UBA 2005); NH<sub>3</sub>- 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 NH<sub>3</sub>-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	$E_{\text{NH}_3}$	emission flux (in Gg a <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub> -N)
	$m_{\text{fert}, i, A}$	mass of fertilizer N applied as type i in region A (in Gg a <sup>-1</sup> N)
	$EF_{i, A}$	emission factor for fertilizer type i in region A (in kg kg <sup>-1</sup> N)
	$c_i$	multiplier reflecting soil pH

#### Emissionen von Distickstoffoxid, Stickstoffmonoxid und Distickstoff

N<sub>2</sub>O

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

NO

einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-

15

N<sub>2</sub>

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).

N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils are a key source with respect to level and trend (UBA 2005). NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub> 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

N<sub>2</sub>O

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

NO

simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-15

N<sub>2</sub>

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 <sub>2</sub> O directly emitted from soils (in Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O)
	$E_{\text{NO}-\text{N}, \text{direct}}$	emission flux of NO directly emitted from soils (in Gg a <sup>-1</sup> NO)
	$E_{\text{N}_2, \text{direct}}$	emission flux of N <sub>2</sub> directly emitted from soils (in Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> )
	$m_{\text{fert}}$	amount of N applied with mineral fertilizer applied (in Gg a <sup>-1</sup> N)
	$EF_{\text{fert}, \text{N}_2\text{O}}$	emission factor for N <sub>2</sub> O emissions from mineral fertilizers (in kg kg <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> N)
	$\gamma_{\text{NO}}$	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 <sub>2</sub> emissions from mineral fertilizers (in kg kg <sup>-1</sup> 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 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.

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. $\text{KNO}_3$ )	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

*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*

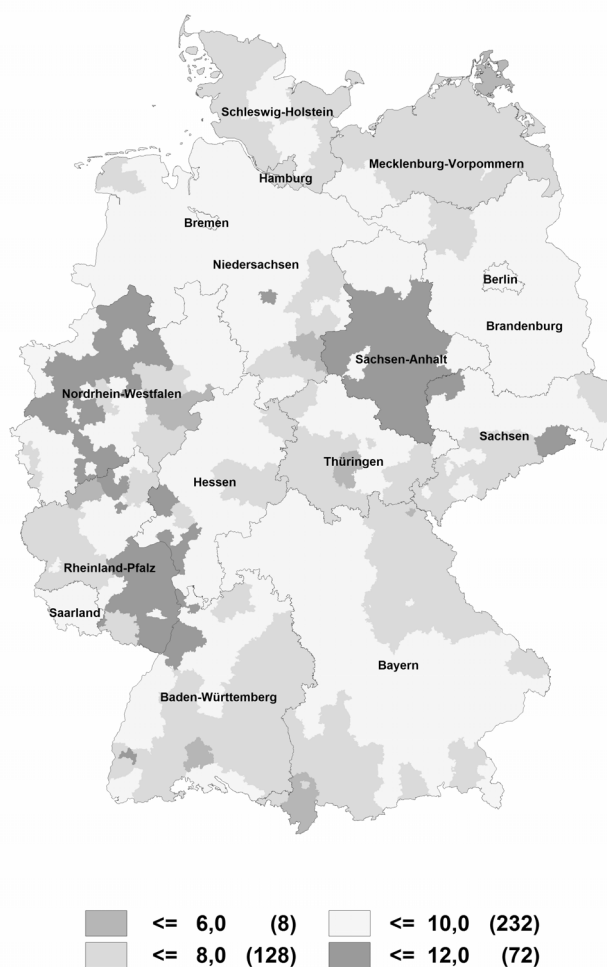
*Ammonia*

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.



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  $\text{N}_2$  zu  $\text{N}_2\text{O-N}$  abgeleitet, das etwa 7 bis  $8 \text{ kg kg}^{-1}$  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  $\text{N}_2$  is derived from the emission ratio normally observed for  $\text{N}_2$  and  $\text{N}_2\text{O-N}$ , i.e. between 7 and  $8 \text{ kg kg}^{-1}$  (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*

NH<sub>3</sub>:

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

NO:

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

N<sub>2</sub>O:

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 unangemessen<sup>6</sup>

#### *4.1.1.4 Arbeitsmappe*

GAS\_EM\1001\_8.xls<sup>7</sup>

#### *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*

NH<sub>3</sub>-Emissionen aus der Anwendung von Wirtschaftsdüngern werden in Kapitel 4.9 berechnet.

N<sub>2</sub>O, NO und N<sub>2</sub>-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*

NH<sub>3</sub>:

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

NO:

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

N<sub>2</sub>O:

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 inappropriate<sup>6</sup>.

#### *4.1.1.4 Calculation file*

GAS\_EM\1001\_8.xls<sup>7</sup>

#### *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*

NH<sub>3</sub> emissions from the application of animal manures are calculated in Chapter 4.9.

N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub> emissions are related to the

<sup>6</sup> "The German sites show no correlation between applied N and emitted N-N<sub>2</sub>O..." (Jungkunst and Freibauer 2005). N<sub>2</sub>O emissions decrease in Europe with increasing N application to cereals (Kasimir Klemmedtsson and Klemmedtsson 2002).

<sup>7</sup> 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 <sub>2</sub> O directly emitted from soils (Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O)
	$E_{\text{NO, direct}}$	emission flux of N <sub>2</sub> O directly emitted from soils (Gg a <sup>-1</sup> NO)
	$E_{\text{N}_2, \text{direct}}$	emission flux of N <sub>2</sub> O directly emitted from soils (Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> )
	$m_{\text{manure}}$	amount of nitrogen in animal manures spread (Gg a <sup>-1</sup> N)
	$EF_{\text{fert, N}_2\text{O}}$	emission factor for N <sub>2</sub> O (in kg kg <sup>-1</sup> 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
	$\gamma_{\text{NO}}$	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 <sub>2</sub>

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

N<sub>2</sub>O:  
Stufe-1-Verfahren (IPCC(1996)-3-4.92)

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

N<sub>2</sub>:  
einfacheres Verfahren, nationaler *EF* wie in Kapitel 4.1.1.3

#### 4.1.2.2 Aktivitätsdaten

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 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO und N<sub>2</sub> berücksichtigt.

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).

#### Unsicherheit der Aktivitätsdaten

Wirtschaftsdünger-Einträge:  
Fehler unbekannt

Wirtschaftsdünger-Importe:  
Fehler unbekannt

N<sub>2</sub>O:  
Tier 1 methodology (IPCC(1996)-3-4.92)

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

N<sub>2</sub>:  
simpler methodology, national *EF* as in Chapter 4.1.1.3

#### 4.1.2.2 Activity data

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 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub>.

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.

#### Uncertainty of activity data

Amounts of applied manure:  
Uncertainty not quantified

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*

$\text{N}_2\text{O}$ :

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

$\text{NO}$ :

Größenordnung wahrscheinlich richtig (EMEP  
2003-B1010-26)

$\text{N}_2$ :

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*

$\text{N}_2\text{O}$ :

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

$\text{NO}$ :

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

$\text{N}_2$ :

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 <sub>2</sub> O directly emitted from soils due to application of sewage sludge (Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O)
	$F_{\text{SS}}$	amount of nitrogen spread with sewage sludge (Gg a <sup>-1</sup> N)
	$x_{\text{GASM}}$	fraction of N lost as NH <sub>3</sub> and NO (kg kg <sup>-1</sup> N)
	$EF_{\text{SS, N}_2\text{O}}$	emission factor for N <sub>2</sub> O (in kg kg <sup>-1</sup> 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	$F_{\text{SS}}$	nitrogen input with sewage sludge (Mg a <sup>-1</sup> N)
	$m_{\text{SS}}$	sewage sludge produced (national total) (Mg a <sup>-1</sup> DM)
	$x_{\text{agr}}$	fraction of sewage sludge applied in agriculture (Mg Mg <sup>-1</sup> )
	$x_{\text{FS}}$	fraction of sewage sludge applied in a single Federal State
	$x_{\text{WS}}$	fraction of wet sewage sludge (Mg Mg <sup>-1</sup> )
	$c_{\text{N, WS}}$	nitrogen content of wet sewage sludge (Mg Mg <sup>-1</sup> N)
	$x_{\text{DHS}}$	fraction of dehydrated sewage sludge (Mg Mg <sup>-1</sup> )
	$x_{\text{LS}}$	fraction of limed sewage sludge (Mg Mg <sup>-1</sup> )
	$x_{\text{DS}}$	fraction of dried sewage sludge (Mg Mg <sup>-1</sup> )

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

#### 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  $0 \cdot 10^3$  ha an, für Grünland  $316 \cdot 10^3$  ha.

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

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  $0 \cdot 10^3$  ha for arable land and  $316 \cdot 10^3$  ha for grassland.

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

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  $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ .

#### 4.1.4.3 Emission factors

Simpler methodology:

Calculation according to EMEP(2003)-B1010-11, using the IPCC (2000) emission factor of  $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$ .

#### 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  $\text{CH}_4$  veratmen. Die Menge ist eine Funktion der mikrobiellen Aktivität und des Angebots an reduziertem N.

Das Rechenverfahren bezieht die Deposition  $D_{\text{CH}_4}$  auf die Fläche und unterscheidet zwischen Grünland- und Ackerland-Böden.

#### 4.1.5.1 Calculation procedure

Soil bacteria are able to oxidize  $\text{CH}_4$ . The rate of oxidation depends on the microbial activity and the availability of reduced N.

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

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

#### 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<sup>-1</sup> C, and fraction of year, during which crops emit, in a a<sup>-1</sup>.

Crop	Isoprene	Terpenes	Alcohols	Aldehydes	Ketones	Ethers and others	Fraction of year emitting
wheat			7.6·10 <sup>-10</sup>	2.8·10 <sup>-9</sup>	2.3·10 <sup>-9</sup>	5.1·10 <sup>-9</sup>	0.3
rye			7.6·10 <sup>-10</sup>	2.8·10 <sup>-9</sup>	2.3·10 <sup>-9</sup>	5.1·10 <sup>-9</sup>	0.3
winter barley			7.6·10 <sup>-10</sup>	2.8·10 <sup>-9</sup>	2.3·10 <sup>-9</sup>	5.1·10 <sup>-9</sup>	0.3
spring barley			7.6·10 <sup>-10</sup>	2.8·10 <sup>-9</sup>	2.3·10 <sup>-9</sup>	5.1·10 <sup>-9</sup>	0.3
oat							
triticale			7.6·10 <sup>-10</sup>	2.8·10 <sup>-9</sup>	2.3·10 <sup>-9</sup>	5.1·10 <sup>-9</sup>	0.3
grain maize							
maize for silage							
rape		7.5·10 <sup>-8</sup>	2.1·10 <sup>-8</sup>	4.2·10 <sup>-9</sup>		2.5·10 <sup>-8</sup>	0.3
sugar beet							
fodder beet							
clover, clover grass mixtures, clover alfalfa mixtures (fodder production on arable land)							
alfalfa							
grass	2·10 <sup>-10</sup>	6.4·10 <sup>-8</sup>	7.5·10 <sup>-10</sup>	1.3·10 <sup>-9</sup>		1.8·10 <sup>-9</sup>	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 ( $EF_{PM_{10}} = 0.1\ kg\ ha^{-1}\ a^{-1}\ PM_{10}$ )  
 $\beta$  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 NH<sub>3</sub>
- zeitliche Disaggregation für NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub> differentiating between arable land and grassland
- Disaggregation in time of NH<sub>3</sub>-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 <sup>-1</sup> of the respective species)
	$A_i$	area of a crop i (in ha)
	$m_{N,i}$	nitrogen fixed by crop i (in kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> N)
	$EF_{N,j}$	emission factor for a nitrogen species j (in kg kg <sup>-1</sup> N)
	$\beta$	mass conversion factor ( $\beta = 10^{-6}$ Gg kg <sup>-1</sup> )

#### 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N,
- Klee, Klee-Gras- und Klee-Luzerne-Gemischen: 200 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- Luzerne: 300 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N,
- clover, grass clover and clover alfalfa mixtures: 200 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- alfalfa: 300 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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

NH<sub>3</sub>-N: 0,01 kg kg<sup>-1</sup>, EMEP(2003)-B1020-12

N<sub>2</sub>O-N: 0,0125 kg kg<sup>-1</sup>, IPCC(1996)-3-4.92

NO-N: 0,007 kg kg<sup>-1</sup>, EMEP(2003)-B1020-11

##### *Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

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

NH<sub>3</sub>: größenordnungsmäßig 10 %

N<sub>2</sub>O: 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 N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden sind dem Betrag nach eine Hauptquellgruppe.

Die auf Ausscheidungen beim Weidegang zurückgeführten NH<sub>3</sub>-, N<sub>2</sub>O-, NO- und N<sub>2</sub>-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

NH<sub>3</sub>-N: 0.01 kg kg<sup>-1</sup>, EMEP(2003)-B1020-12

N<sub>2</sub>O-N: 0.0125 kg kg<sup>-1</sup>, IPCC(1996)-3-4.92

NO-N: 0.007 kg kg<sup>-1</sup>, EMEP(2003)-B1020-11

##### *Uncertainty of emission factors*

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

NH<sub>3</sub>: 10 % (order of magnitude of uncertainty)

N<sub>2</sub>O: 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 N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils are a key source with regard to their level.

The NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub> 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 <sub>3</sub> emission due to animal grazing (in Gg a <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub> )
	$m_{\text{N}, \text{graz}}$	amount of N excreted during grazing (in kg a <sup>-1</sup> N)
	$EF_{\text{NH}_3, \text{graz}}$	NH <sub>3</sub> emission factor for grazing (in kg kg <sup>-1</sup> NH <sub>3</sub> -N)
	$\beta$	mass conversion ( $\beta = 10^{-6}$ Gg kg <sup>-1</sup> )
	$\gamma_{\text{NH}_3}$	mass conversion factor ( $\gamma_{\text{NH}_3} = 17/14$ g g <sup>-1</sup> mol mol <sup>-1</sup> )
	$E_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}}$	N <sub>2</sub> O emission due to animal grazing (in Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O)
	$EF_{\text{N}_2\text{O}, \text{graz}}$	N <sub>2</sub> O emission factor for grazing (in kg kg <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O-N)
	$\gamma_{\text{N}_2\text{O}}$	mass conversion factor ( $\gamma_{\text{N}_2\text{O}} = 44/28$ g g <sup>-1</sup> mol mol <sup>-1</sup> )
	$E_{\text{NO}, \text{graz}}$	NO emission due to animal grazing (in Gg a <sup>-1</sup> NO)
	$EF_{\text{NO}, \text{graz}}$	NO emission factor for grazing (in kg kg <sup>-1</sup> NO-N)
	$\gamma_{\text{NO}}$	mass conversion factor ( $\gamma_{\text{NO}} = 30/14$ g g <sup>-1</sup> mol mol <sup>-1</sup> )
	$E_{\text{N}_2, \text{graz}}$	N <sub>2</sub> emission due to animal grazing (in Gg a <sup>-1</sup> N)
	$EF_{\text{N}_2, \text{graz}}$	N <sub>2</sub> emission factor for grazing (in kg kg <sup>-1</sup> N)

#### 4.2.2.2 Aktivitätsdaten

NH<sub>3</sub>-Emissionen aus Ausscheidungen beim Weidegang werden unter SNAP 10 09 für jede Tierkategorie berechnet und unter NFR 4D berichtet.

N<sub>2</sub>O-, NO- und N<sub>2</sub>-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

NH<sub>3</sub> emissions from waste excreted during grazing are dealt with under SNAP 10 09 for each animal category and reported under NFR 4D.

N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub> 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 NH<sub>3</sub>-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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Böden sind insgesamt eine Hauptquellgruppe.

Die N<sub>2</sub>O- 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 NH<sub>3</sub> 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O emissions from agricultural soils are a key source.

N<sub>2</sub>O 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.

$$E_{N_2O, crop, i} = A_i \cdot m_{N, i} \cdot EF_{N_2O, crop} \cdot \beta \cdot \gamma_{N_2O}$$

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

where	$E_{N_2O, crop, i}$	N <sub>2</sub> O emission due to rotting of crop residues of a crop i (in Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O)
	$A_i$	area covered by crop i (in ha)
	$m_{N, i}$	mass of N in residues of crop i (in kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> N)
	$EF_{N_2O, crop}$	N <sub>2</sub> O emission factor for crop residues (in kg kg <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O-N)
	$\beta$	mass conversion factor ( $\beta = 10^{-6}$ Gg kg <sup>-1</sup> )
	$\gamma_{N_2O}$	mass conversion factor ( $\gamma_{N_2O} = 44/28$ g g <sup>-1</sup> mol mol <sup>-1</sup> )
	$E_{NO, crop, i}$	NO emission due to rotting of crop residues of a crop i (in Gg a <sup>-1</sup> NO)
	$EF_{NO, crop}$	NO emission factor for crop residues (in kg kg <sup>-1</sup> NO-N)
	$\gamma_{NO}$	mass conversion factor ( $\gamma_{NO} = 30/14$ g g <sup>-1</sup> mol mol <sup>-1</sup> )

#### 4.2.3.2 Aktivitätsdaten

N<sub>2</sub>O-, NO- und N<sub>2</sub>-Emissionen werden aus den

#### 4.2.3.2 Activity Data

N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub> 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 Sommergetreide wird der Fläche für Hafer zugeschlagen; die Fläche für Wintergetreide 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<sup>-1</sup> N auf eine Kartoffelkrautmenge von 13 Mg ha<sup>-1</sup> bei einem N-Gehalt von 0,004 kg kg<sup>-1</sup>.

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 "Sommergetreide" (mix of spring barley and oats) is treated as being spring barley, the area covered with "Wintergetreide" (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<sup>-1</sup> N in crop residues reflect a mass of potato leaves of 13 Mg ha<sup>-1</sup> with a N content of 0.004 kg kg<sup>-1</sup>.

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

Crop	N in crop residues (kg ha <sup>-1</sup> 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

N<sub>2</sub>O: 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 N<sub>2</sub>O 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

N<sub>2</sub>O: 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 N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O emission resulting from the deposition of reactive nitrogen species originating from agriculture (in Gg a<sup>-1</sup> N<sub>2</sub>O)

$E_{NH_3}$  NH<sub>3</sub>-N emissions from all agricultural sources (in Gg a<sup>-1</sup> N)

$E_{NO}$  NO-N emissions from all agricultural sources (in Gg a<sup>-1</sup> N)

$EF_{N_2O, dep}$  emission factor for indirect emissions from deposition (in kg kg<sup>-1</sup> N)

$\gamma_{N_2O}$  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 N<sub>2</sub>O-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 <sub>2</sub> O (in Gg a <sup>-1</sup> N <sub>2</sub> O)
	$F_{\text{man}}$	N input with slurry and manure (from SNAP 10 09) (in Gg a <sup>-1</sup> N)
	$F_{\text{NF}}$	N input from nitrogen fixation (from SNAP 10 02) (in Gg a <sup>-1</sup> N)
	$F_{\text{fert}}$	N input with mineral fertilizers (from SNAP 10 01) (in Gg a <sup>-1</sup> N)
	$F_{\text{SS}}$	N input with sewage sludge (from SNAP 10 01) (in Gg a <sup>-1</sup> N)
	$x_{\text{leach}}$	share of N liable to leaching and run off (0.30 kg kg <sup>-1</sup> N)
	$EF_{\text{leach}}$	emission factor for N from leaching and run off ( $EF_{\text{leach}} = 0.025 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ )
	$\gamma_{N_2O}$	mass conversion factor ( $\gamma_{N_2O} = 44/28 \text{ g g}^{-1} \text{ mol mol}^{-1}$ )

The *simpler methodology* calculates N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O-Freisetzung führende ausgewaschene N-Menge wird mit einem konstanten Faktor  $x_{\text{leach}}$  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 N<sub>2</sub>O emissions, is deduced from the N input using an constant factor  $x_{\text{leach}}$ , 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:

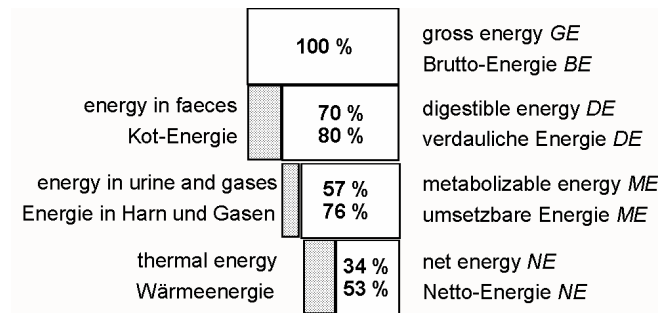


Figure 4.1

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:

$$E_{CH_4, i} = n_i \cdot EF_i$$

$$EF_i = \frac{GE \cdot x_{CH_4} \cdot \alpha}{\eta_{CH_4}}$$

where  $E_{CH_4, i}$  methane emission for cattle subcategory *i* (in kg a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $n_i$  number of animals in cattle subcategory *i* (animals)  
 $EF_i$  emission factor for cattle subcategory *i* (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $GE_i$  gross energy intake in cattle subcategory *i* (in MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $x_{CH_4}$  methane conversion rate (0.06 MJ MJ<sup>-1</sup>)  
 $\alpha$  time conversion (365 d a<sup>-1</sup>)  
 $\eta_{CH_4}$  energy content of methane (55.65 MJ kg<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)

#### 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.

In IPCC (1996), the emission factor for cattle is derived using the following general equations:

##### 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 <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$NE_f$	net energy needed to obtain food (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$NE_l$	net energy for lactation (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$NE_d$	net energy required for draft power (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$NE_p$	net energy required for pregnancy (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$NE$	net energy consumed for maintenance, lactation, work and pregnancy (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$DE$	digestible energy (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$NE_g$	net energy consumed for growth (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$X_{DE}$	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 <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$c_{oc}$	constant for other cattle ( $c_{oc} = 0.322$ MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$w$	scalar of $w$
	$w$	live weight (in kg animal <sup>-1</sup> )

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:

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

where	$c_{\text{house}}$	coefficient for housing (IPCC default: $c_{\text{house}} = 0.00$ )
	$t_{\text{pasture}}$	duration of grazing time (in d a <sup>-1</sup> )
	$\alpha$	time conversion ( $\alpha = 365$ d a <sup>-1</sup> )
	$c_{\text{pasture}}$	coefficient for pasture (IPCC default: $c_{\text{pasture}} = 0.17$ )

*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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $c_{lac1}$  constant ( $c_{lac1} = 1.47$  MJ kg<sup>-1</sup>)  
 $c_{lac2}$  coefficient ( $c_{lac2} = 40$  MJ kg<sup>-1</sup>)  
 $x_{fat}$  mass fraction of fat (in kg kg<sup>-1</sup>)

*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<sup>-1</sup>)  
 $c_{NEg}$  coefficient ( $c_{NEg} = 0.035$  kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w$  scalar of weight gain  
 $\Delta w$  weight gain (in kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)

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<sup>-1</sup>)

*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<sup>-1</sup> ist, bzw. nach (b) und (d), wenn die Verdaulichkeit kleiner oder gleich 0,65 MJ MJ<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> and from (b) and (d), if the digestibility is less than or equal 0.65 MJ MJ<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $X_{DE}$  digestible energy expressed as fraction of  $GE$  (in MJ MJ<sup>-1</sup>)

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

$$(d) \left\{ \frac{NE_g}{DE} \right\} = -0.036 + 0.535 \cdot X_{DE}$$

where  $NE_g$  net energy required for weight gain (in MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)

#### 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 wird<sup>8</sup>.

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 FAL<sup>8</sup>.

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.

<sup>8</sup> 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 korrigiert<sup>9</sup>. 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 1990<sup>9</sup>. 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

<sup>9</sup> 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.

### 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.

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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	$y_m$ kg animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	DM kg d <sup>-1</sup>	$x_{roughage}$ %	$x_{concentrates}$ %	$x_{DE}$ MJ MJ <sup>-1</sup>	$X_{DE}$ MJ MJ <sup>-1</sup>
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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ) for a lactation period of 300 d a <sup>-1</sup>
	$y_m$	milk yield (kg animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	DM	dry matter intake in kg d <sup>-1</sup>
	$x_{roughage}$	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 <sup>-1</sup> )
	$a_{DE}$	constant ( $a_{DE} = 0.575$ kg kg <sup>-1</sup> )
	$b_{DE}$	constant ( $b_{DE} = 1.25 \cdot 10^{-5}$ kg <sup>-1</sup> a)
	$Y_m$	milk yield (kg a <sup>-1</sup> )

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		
Stadtstaaten															
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  $w_{\text{carcass}}$  carcass weight (in kg animal<sup>-1</sup>)  
 $m_{\text{slaughtered}}$  total mass of slaughtered animals (in Mg a<sup>-1</sup>)  
 $n_{\text{slaughtered}}$  number of slaughtered animals (in a<sup>-1</sup>)  
 $\beta$  mass conversion factor ( $\beta = 10^3$  kg Mg<sup>-1</sup>)

and

$$w_{\text{live}} = \frac{w_{\text{carcass}}}{c_w}$$

where  $w_{\text{live}}$  live weight (in kg animal<sup>-1</sup>)  
 $c_w$  constant (for dairy cows:  $c_w = 0.49$  kg kg<sup>-1</sup>)

Table 4.6  
 Dairy cows, mean weight before slaughtering (in kg animal<sup>-1</sup>) (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  $x_{\text{CH}_4}$  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  $x_{\text{CH}_4}$ , 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 <sup>-1</sup>	100 kg animal <sup>-1</sup>
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 <sup>-1</sup>	$w_{fin, bu}$
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 <sup>-1</sup>	$w_{fin, he}$
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

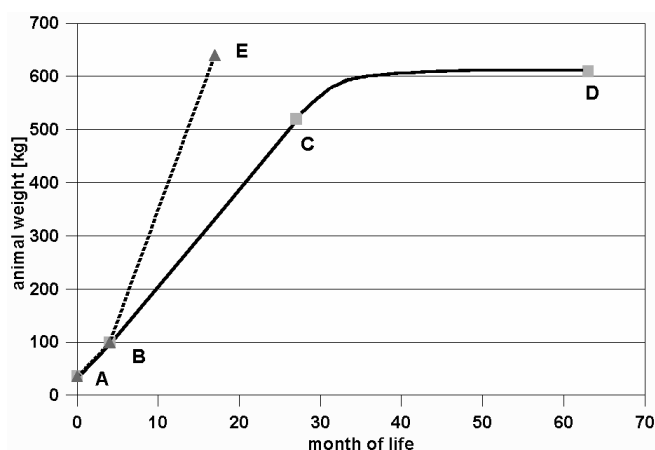


Figure 4.2

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<sup>-1</sup>. 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
	$ME$	intake of metabolizable energy (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$x_{CH_4}$	methane conversion rate ( $x_{CH_4} = 0.02$ MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\alpha$	time conversion factor ( $\alpha = 365$ d a <sup>-1</sup> )
	$X_{ME}$	mean metabolizability (MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\eta_{CH_4}$	energy content of methane ( $\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )

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<sup>-1</sup> und unter 3 Monaten berücksichtigt, wird die in der Statistik angegebene Kälberzahl halbiert und die andere Hälfte dem Mastvieh (Färsen und Mastbullen) zugeschlagen.

##### 4.4.2.1.2 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> angenommen, als mittleres Gewicht 68 kg Tier<sup>-1</sup>. Das Gewicht von 100 kg Tier<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, and the mean live weight 68 kg animal<sup>-1</sup>. A weight of 100 kg animal<sup>-1</sup> is gained 12

der Geburt erreicht (mittlere Gewichtszunahme 750 g Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).

Der Bedarf an umsetzbarer Energie wird für die ersten 12 Wochen mit 25 MJ Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> angenommen, anschließend mit 40 MJ Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (Kirchgessner 1997, KTBL, 2004, S. 371), die Umsetzbarkeit des Futters zu 0,65 MJ MJ<sup>-1</sup> (IPCC(1996)-3-Table A2).

#### *Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

IPCC (1996)-3-4.16 gibt für  $x_{\text{CH}_4}$  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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

The metabolizable energy required during the first 12 weeks is 25 MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, afterwards 40 MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (Kirchgessner 1997, KTBL, 2004, S. 371), the metabolizability of the typical diet is 0.65 MJ MJ<sup>-1</sup> (IPCC(1996)-3-Table A2).

#### *Uncertainty of emission factors*

IPCC (1996)-3-4.16 mention an uncertainty of  $\pm 10\%$  for  $x_{\text{CH}_4}$ , 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
	$ME$	intake of metabolizable energy (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$x_{CH_4}$	methane conversion rate ( $x_{CH_4} = 0.06$ MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\alpha$	time conversion ( $\alpha = 365$ d a <sup>-1</sup> )
	$X_{ME}$	mean metabolizability (MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\eta_{CH_4}$	energy content of methane ( $\eta_{CH_4} = 55.65$ MJ kg <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )

#### 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 Haltungungsverfahren 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<sup>-1</sup> und oberhalb von 125 kg Tier<sup>-1</sup> nicht unterschieden.

Das Anfangsgewicht der Färsen wird daher auf 100 kg Tier<sup>-1</sup>, das Endgewicht der Kälber, festgelegt. Die verwendeten Standarddaten (KTBL, 2004, S. 382) nehmen ein Endgewicht von etwa 500 kg Tier<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> and above 125 kg animal<sup>-1</sup>.

The weight at the beginning of the period is fixed to 100 kg animal<sup>-1</sup>, the final weight of calves. The standard data used (KTBL, 2004, pp. 382) assume a final weight of about 500 kg animal<sup>-1</sup>, 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  $w_{\text{live}}$  live weight (in kg animal<sup>-1</sup>)  
 $w_{\text{carcass}}$  carcass weight (in kg animal<sup>-1</sup>)  
 $c_w$  constant (for heifers:  $c_w = 0.52 \text{ kg kg}^{-1}$ )

Table 4.9

Heifers, mean weight before slaughtering (in kg animal<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup> in 24 Monaten ausgegangen. Davon entfallen 7700 MJ Tier<sup>-1</sup> auf Kraftfutter, 15100 MJ Tier<sup>-1</sup> Grundfutter beim Weiden (293 Weidetage in 24 Monaten) und 12800 MJ Tier<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> in 24 months, 7700 MJ animal<sup>-1</sup> of which are taken in with concentrates, 15100 MJ animal<sup>-1</sup> as roughage during grazing (293 days of grazing in 24 months) and 12800 MJ animal<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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 $\Delta w$ in g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	weight <i>w</i> in kg animal <sup>-1</sup>								
	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 $\Delta w$ in g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	weight <i>w</i> in kg animal <sup>-1</sup>							
	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) <sup>-1</sup>	$X_{DE}$ %	$X_{ME}$ %
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  $x_{\text{CH}_4}$  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<sup>-1</sup> 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  $x_{\text{CH}_4}$ , 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<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
	$ME$	intake of metabolizable energy (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$x_{\text{CH}_4}$	methane conversion rate (0.06 MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\alpha$	time conversion (365 d a <sup>-1</sup> )
	$X_{\text{ME}}$	mean metabolizability (MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\eta_{\text{CH}_4}$	energy content of methane (55.65 MJ kg <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )



#### 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<sup>-1</sup>.

#### 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> und oberhalb von 125 kg Tier<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> and above 125 kg animal<sup>-1</sup>.

##### 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<sup>-1</sup>)  
 $w_{carcass}$  carcass weight (in kg animal<sup>-1</sup>)  
 $c_w$  constant (for bulls – male beef cattle:  $c_w = 0.56$  kg kg<sup>-1</sup>)

Table 4.13

Bulls (male beef cattle), mean weight before slaughtering (in kg animal<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup> werden über 25 d bei einer Gewichtszunahme von etwa 1000 g Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> 35 MJ Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ME gefüttert, davon 17 MJ Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ME als Kraftfutter (KTBL, 2004, S. 371).

Der Energiebedarf für den Abschnitt von 125 kg Tier<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>, the mean weight gain is assumed to be 1000 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. This results in ME requirements of 35 MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, of which 17 MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> are given with concentrates (KTBL, 2004, pg. 371).

Energy requirements above 125 kg animal<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>), 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 $\Delta w$ in g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	weight $w$ in kg animal <sup>-1</sup>							
	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 $\Delta w$ in $\text{g animal}^{-1} \text{d}^{-1}$	weight $w$ in $\text{kg animal}^{-1}$								
	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  $\Sigma ME$  in  $\text{GJ animal}^{-1}$  required for various animal weights and weight gains for bulls

mean weight gain $\Delta w$ in $\text{g animal}^{-1} \text{d}^{-1}$	final weight $w_{\text{fin}}$ in $\text{kg animal}^{-1}$					
	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  $ME$ - $w$ - $\Delta w$ -Diagramm in Abbildung 4.3.

These data describe an area in the  $ME$ - $w$ - $\Delta w$ -diagram as shown in Figure 4.3.

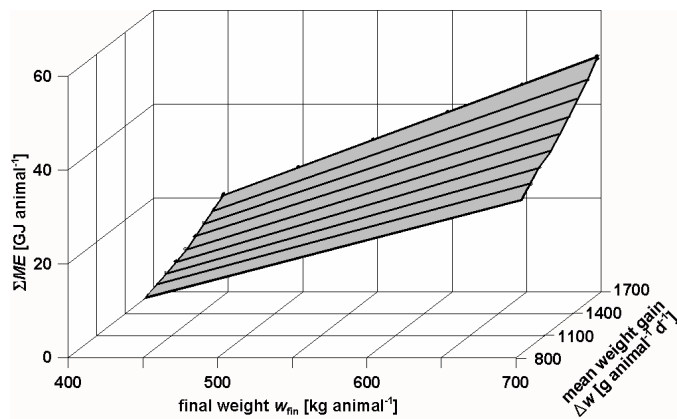


Figure 4.3

Cumulative metabolizable energy required by bulls. Start weight  $125 \text{ kg animal}^{-1}$ , final weight  $w_{\text{fin}}$ , and weight gains  $\Delta w$  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  $\Sigma ME$  als Funktion des Endgewichts  $w_{\text{fin}}$  und der mittleren Gewichtszunahme  $\Delta w$  beschreibt:

Table 4.16 was converted into a steady function relating cumulative energy  $\Sigma ME$  required as a function of final live weight  $w_{\text{fin}}$  and mean weight gain  $\Delta w$ :

$$\Sigma ME = -(a \cdot w_{\text{fin}} - b) \cdot \ln \Delta w + c \cdot w_{\text{fin}} - d$$

where	$\Sigma ME$	cumulative metabolizable energy (in MJ animal <sup>-1</sup> )
	$a$	constant ( $a = 48.936 \text{ MJ kg}^{-1}$ )
	$w_{\text{fin}}$	final live weight (in kg animal <sup>-1</sup> )
	$b$	constant ( $b = 9020 \text{ MJ animal}^{-1}$ )
	$\Delta w$	scalar of $\Delta w$
	$\Delta w$	mean live weight gain (in g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$c$	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.

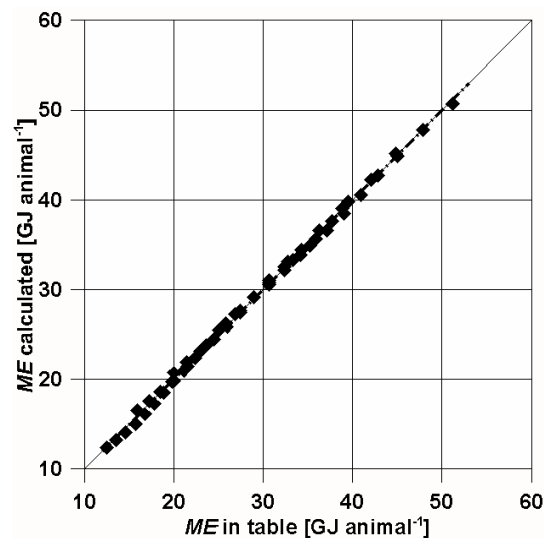


Figure 4.4

Cumulative metabolizable energy  $\Sigma ME$  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<sup>-1</sup> dem Gewicht bei Mastbeginn (125 kg Tier<sup>-1</sup>) wird als Summe aus Erhaltungsenergiebedarf und dem Energiebedarf für Wachstum für eine Gewichtszunahme von 800 g Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> nach Daten aus GfE (1995) berechnet:

The energy demand between the starting weight of the fattening (100 kg animal<sup>-1</sup>) and the initial weight used in the above equation (125 kg animal<sup>-1</sup>) is assessed for a mean weight gain of 800 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> )
	$b$	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 ( $d = -29.83 \text{ MJ animal}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ )  
 $w_{\text{start}}$  weight at the beginning of the fattening period (in  $\text{kg animal}^{-1}$ )  
 $e$  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  $x_{\text{CH}_4}$  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  $x_{\text{CH}_4}$ , 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  $\text{MJ animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ )  
 $x_{\text{CH}_4}$  methane conversion rate ( $0.06 \text{ MJ MJ}^{-1}$ )  
 $\alpha$  time conversion ( $365 \text{ d a}^{-1}$ )  
 $X_{\text{ME}}$  mean metabolizability ( $\text{MJ MJ}^{-1}$ )  
 $\eta_{\text{CH}_4}$  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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ME angegeben, wovon 1600 MJ Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ME, 1600 MJ animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
	$ME$	intake of metabolizable energy (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$x_{CH_4}$	methane conversion rate (0.06 MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\alpha$	time conversion (365 d a <sup>-1</sup> )
	$X_{ME}$	mean metabolizability (MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\eta_{CH_4}$	energy content of methane (55.65 MJ kg <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )

with

$$ME \approx NE_m = c_{oc} \cdot w^{0.75}$$

where	$c_{oc}$	constant for other cattle ( $c_{oc} = 0.322$ MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$w$	scalar of $w$
	$w$	live weight (in kg animal <sup>-1</sup> )

#### 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> angesetzt, für die Verdaulichkeit wird 0,6 MJ MJ<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> (KTBL, 2004, pg. 350), for which the net energy for maintenance is calculated.

The metabolizability is taken to be 0.55 MJ MJ<sup>-1</sup> (IPCC default), for the digestibility 0.6 MJ MJ<sup>-1</sup>.

##### 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 ( $x_{CH_4} = 0.006\ MJ\ MJ^{-1}$ )  
 $\alpha$  time conversion ( $\alpha = 365\ d\ a^{-1}$ )  
 $\eta_{CH_4}$  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			Animal categories used in this inventory		
type			type	weight 1	weight 2
M	Ferkel bis unter 25 kg	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	8.5 $kg\ animal^{-1}$	$w_{fin, we}$
O	Mastschweine 50 bis 80 kg	fattening pigs 50 to 80 kg	fp	$w_{fin, we}$	$w_{fin, fp}$
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	$GE_{\text{sow}}$	gross energy demand of a sow (in MJ animal <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )
	$ME_{\text{empty}}$	metabolizable energy demand between weaning and covering (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$t_{\text{empty}}$	time between weaning and covering (in d)
	$q_{\text{empty}}$	metabolizability of feed between weaning and covering (MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$ME_{\text{grav}}$	metabolizable energy during gravidity (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$t_{\text{grav}}$	duration of gravidity (in d)
	$q_{\text{grav}}$	metabolizability of feed during gravidity (MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$ME_1$	metabolizable energy demand during lactation (in MJ animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$t_1$	duration of lactation period (in d)
	$q_1$	metabolizability of feed during lactation (MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$n_{\text{births}}$	number of births per year (a <sup>-1</sup> )

#### 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	$n_{\text{so}}$	number of sows considered
	$n_{\text{R}}$ 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<sup>-1</sup>.

#### 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<sup>-1</sup>.

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 <sup>-1</sup>
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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $a$  constant ( $a = 10.0$  MJ sow<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $b$  constant ( $b = 6.0$  MJ sow<sup>-1</sup> piglet<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $n_{\text{piglet}}$  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<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> abgesetzt werden, berechnet. Daten über das Absetzalter oder -gewicht sind nicht verfügbar.

Piglets are calculated to have final weight of 8.5 kg animal<sup>-1</sup>. 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 <sup>-1</sup>	major components	$GE$ in MJ kg <sup>-1</sup>	$DE$ in MJ kg <sup>-1</sup>	$ME$ in MJ kg <sup>-1</sup>	$x_N$ in kg kg <sup>-1</sup>
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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )
	$\sum ME_{we, A}$	cumulative metabolizable energy demand for fattening period A (in MJ animal <sup>-1</sup> )
	$q_{we, A}$	metabolizability of feed in period A (in MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$\sum ME_{we, B}$	cumulative metabolizable energy demand for fattening period B (in MJ animal <sup>-1</sup> )
	$q_{we, B}$	metabolizability of feed in period B (in MJ MJ <sup>-1</sup> )
	$n_{rounds}$	number of animal rounds (in a <sup>-1</sup> )

##### 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<sup>-1</sup> 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).

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<sup>-1</sup>. 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).

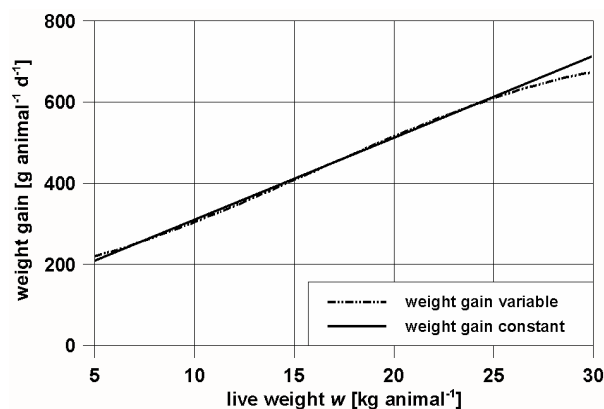


Figure 4.5  
Weight gain as a function of weight of weaners according to LfL (2004c)

#### Ernährung

GfE (1987) gibt Empfehlungen für den Energiebedarf von Aufzuchtferkeln, wie sie in Tabelle 4.23 aufgeführt sind.

#### 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 $\Delta w$ in g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	weight $w$ in kg animal <sup>-1</sup>			
	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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> in stetige Funktionen umgewandelt (siehe Abbildung 4.6).

For weight gains of 200, 300, 400 and 500 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, 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  $\Delta w$   
 $a_{\Delta w}$  constant  $\Delta w = 200$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $a_{\Delta w} = 3.024$  MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 300$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $a_{\Delta w} = 4.555$  MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 400$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $a_{\Delta w} = 6.008$  MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 500$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $a_{\Delta w} = 7.450$  MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $b_{\Delta w}$  constant  $\Delta w = 300$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $b_{\Delta w} = 0.170$  MJ kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 400$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $b_{\Delta w} = 0.198$  MJ kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 500$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $b_{\Delta w} = 0.230$  MJ kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 600$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $b_{\Delta w} = 0.260$  MJ kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $w$  animal weight (in kg animal<sup>-1</sup>)

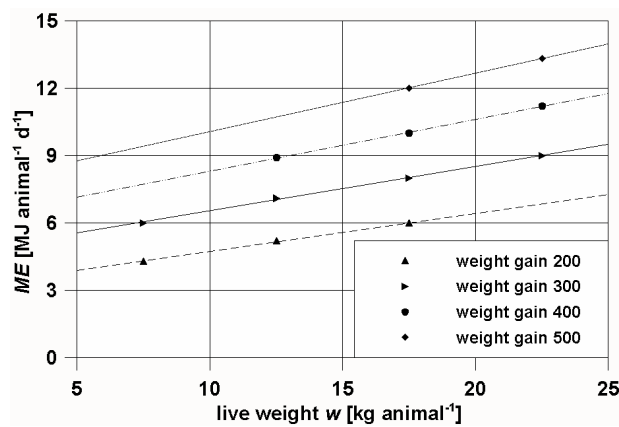


Figure 4.6:  
Metabolizable energy requirements of weaners as a function of live weight for weight gains of 200, 300, 400 and 500 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

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	$\Sigma ME_w$	cumulative metabolizable energy for a given weight above 5 kg animal <sup>-1</sup> and a given weight gain $\Delta w$ between 200 and 600 g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>
	$\Sigma ME_{w,200}$	cumulative metabolizable energy for a weight gain of 200 g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>
	$\Sigma ME_{w,500}$	cumulative metabolizable energy for a weight gain of 500 g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>
	$s_{\Delta w}$	difference between upper and lower weight gain margin ( $s_{\Delta w} = 300$ g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )
	$\Delta w$	actual weight gain in g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>
	$\Delta w_{200}$	lower marginal weight gain ( $\Delta w_{200} = 200$ g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )

Der typische Gesamtbedarf an ME ist in Abbildung 4.7 wiedergegeben.

The typical overall demand on ME is shown in Figure 4.7.

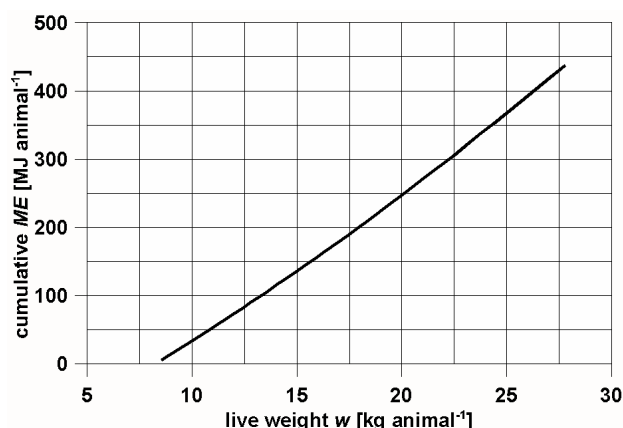


Figure 4.7

Cumulative metabolizable energy  $\Sigma ME_w$  for weaners as a function of live weight  $w$  above 8.5 kg animal<sup>-1</sup>

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	$\Sigma ME_w$	cumulative metabolizable energy for a given weight above 8.5 kg animal <sup>-1</sup> and a typical weight gain $\Delta w$ as shown in Figure 4.5
	$a$	constant ( $a = -82.72$ MJ animal <sup>-1</sup> )
	$b$	constant ( $b = 16.39$ MJ kg <sup>-1</sup> )
	$c$	constant ( $c = 0.168$ MJ animal kg <sup>-2</sup> )
	$w_{fin}$	final weight in kg animal <sup>-1</sup>

#### Futterzusammensetzung

Aufzuchtferkel werden in zwei Phasen gefüttert. Die zweite Phase beginnt bei einem Gewicht von 12 kg Tier<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. The diet composition and its energy contents are listed in Table 4.22.

#### Durchgänge

Die Zahl der Durchgänge beträgt etwa 7 a<sup>-1</sup>. Dies stimmt überein mit etwa 45 Tagen Mast bei einer Gewichtszunahme von 400 bis 450 g Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, which is consistent with about 45 days of feeding with a daily weight gain of 400 to 450 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> and a cleansing period of about 8 d round<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $\sum ME_{fp, A}$  cumulative metabolizable energy demand for fattening period A (in MJ animal<sup>-1</sup>)  
 $q_{fp, A}$  metabolizability of feed in period A (in MJ MJ<sup>-1</sup>)  
 $\sum ME_{fp, B}$  cumulative metabolizable energy demand for fattening period B (in MJ animal<sup>-1</sup>)  
 $q_{fp, B}$  metabolizability of feed in period B (in MJ MJ<sup>-1</sup>)  
 $n_{rounds}$  number of animal rounds (in a<sup>-1</sup>)

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  $0.77 \text{ kg kg}^{-1}$  (see Figure 4.8).

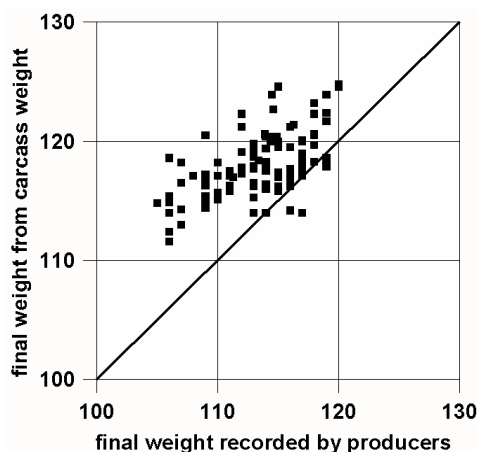


Figure 4.8

Comparison between final live weights for fattening pigs as obtained from the producers (in  $\text{kg animal}^{-1}$ ) and calculated from carcass weights using a constant factor of  $0.77 \text{ kg kg}^{-1}$ .

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<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup> für den Anfang der Mast und 115 kg Tier<sup>-1</sup> für das Ende der Mast angenommen. Die Gewichtszunahme lag bei 550 g Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>, Gewichtszunahmen zwischen 600 und 800 g Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).

Mastschweine können protein-reduziert gefüttert werden. Der Anteil der Schweine, die mit diesem sog. RAM-Futter<sup>10</sup> gefüttert werden, wird berücksichtigt.

For the New Länder and 1990, 35 kg animal<sup>-1</sup> was assumed as a standardized weight at the beginning of fattening, 115 kg animal<sup>-1</sup> for the end. Typical weight gains were about 550 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup> and weight gains between 600 and 800 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).

Fattening pigs may receive a feed reduced in protein (RAM feed<sup>10</sup>). The fraction of pigs fed with RAM feed is considered.

<sup>10</sup> 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 $\Delta w$ in g animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	weight $w$ in kg animal <sup>-1</sup>								
	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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> in stetige Funktionen (Abbildung 4.9) umgewandelt.

For weight gains of 600, 700 and 800 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, 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  $\Delta w$   
 $a_{\Delta w}$  constant  $\Delta w = 600$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $a_{\Delta w} = 2.5742$  MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 700$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $a_{\Delta w} = 3.2877$  MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w = 800$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $a_{\Delta w} = 3.0261$  MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
 $w$  scalar of animal live weight  $w$  ( $w$  in kg animal<sup>-1</sup>)  
 $b_{\Delta w}$  constant  $\Delta w = 600$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $b_{\Delta w} = 0.5595$ )  
 $\Delta w = 700$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $b_{\Delta w} = 0.5186$ )  
 $\Delta w = 800$  g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $b_{\Delta w} = 0.4921$ )

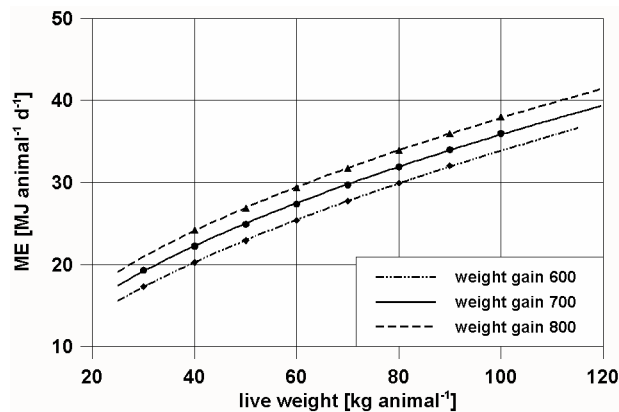


Figure 4.9:  
 Metabolizable energy requirements of fattening pigs as a function of live weight for weight gains of 600, 700 and 800 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. 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

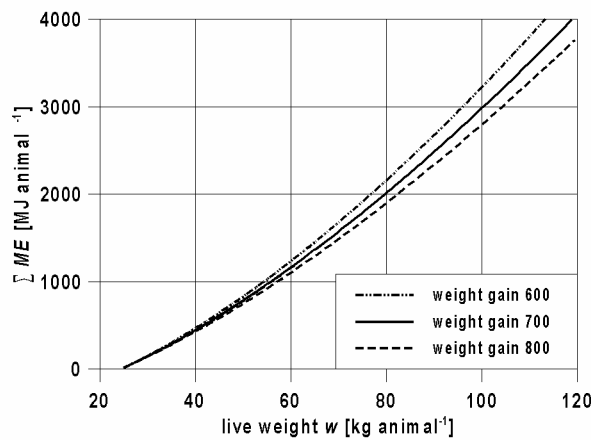


Figure 4.10

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  $\Sigma ME_w$  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  $\Sigma ME_w$  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	$\Sigma ME_w$	cumulative metabolizable energy for a given weight above $25 \text{ kg animal}^{-1}$ and a given weight gain $\Delta w$ 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 ( $s_{\Delta w} = 200 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ )
	$\Delta w$	actual weight gain in $\text{g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$
	$\Delta w_{600}$	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  $\Sigma ME_w$  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  $\Sigma ME_w$ , in particular not for the starting and the final phases (Figure 4.11 right).

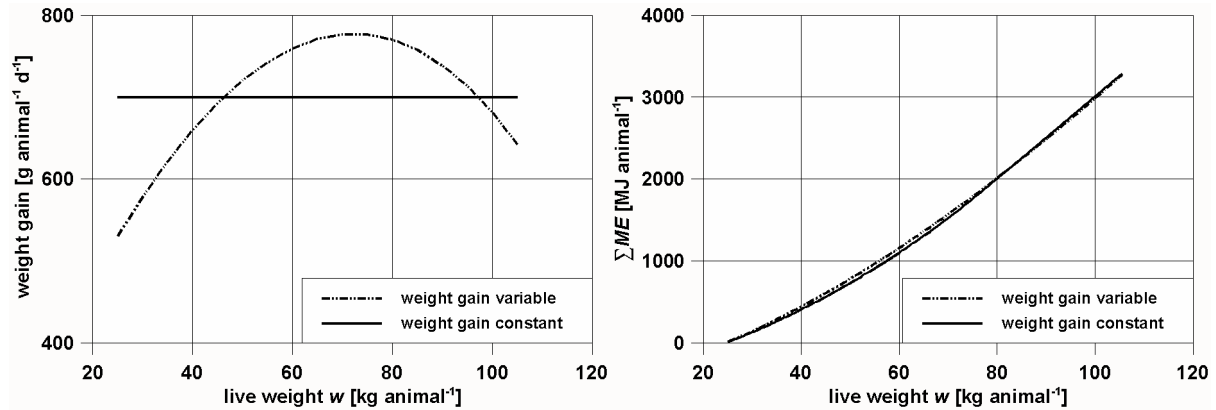


Figure 4.11  
Assessment of metabolizable energy using constant mean and variable (true) weight gains. Start weight 25 kg, final weight 105 kg, mean weight gain  $700 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ . Variable weight gain according to Lentföhr (2001)

#### 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  $\text{MJ MJ}^{-1}$ )  
 $\alpha$  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<sup>-1</sup> angenommen. Der *ME*-Gehalt ist 11.4 MJ kg<sup>-1</sup>, der N-Gehalt des Futters 0.0388 kg kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> *ME* is assumed (GfE, 1987, p 68). The *ME* content is 11.4 MJ kg<sup>-1</sup>; nitrogen content of the feed is 0.0288 kg kg<sup>-1</sup> 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:

#### 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:

Emissionen: EM1004.13  
 Aktivitäten: AC1005.12  
 Resultierende Emissionsfaktoren: IEF1004.12  
 Zusätzliche Informationen: AI1005PSH.40 bis AI1005PSH.47

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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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

##### 4.4.4.1 Rechenverfahren

Methan-Emissionen aus der Verdauung bei Schafen stellen keine Hauptquellgruppe dar. Angewendet wird daher das einfachere (Stufe-1-) Verfahren:

$$E_{CH_4, \text{ fert, sh}} = n_{\text{sh}} \cdot EF_{CH_4, \text{ fert, sh}} \cdot \beta$$

where  $E_{CH_4, \text{ fert, sh}}$  methane emission from sheep, enteric fermentation (in Gg a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $n_{\text{sh}}$  number of sheep  
 $EF_{CH_4, \text{ fert, sh}}$  emission factor for methane emissions from sheep, enteric fermentation (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $\beta$  mass conversion factor ( $\beta = 10^{-6}$  Gg kg<sup>-1</sup>)

##### 4.4.4.2 Aktivitätsdaten

Tierzahlen:  
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-

#### 4.4.4 Sheep

##### 4.4.4.1 Calculation procedure

Methane emissions from sheep due to enteric fermentation are not a key source. The simpler methodology (Tier 1 procedure) is applied:

##### 4.4.4.2 Activity data

Animal numbers:  
StatLA C III 1 – vj 4

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  $n_{\text{sh}}$  number of sheep considered  
 $n_{\text{ewes}}$  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

	$c_{\text{corr}}$
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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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:

$$E_{CH_4, \text{ fert, go}} = n_{go} \cdot EF_{CH_4, \text{ fert, go}} \cdot \beta$$

where  $E_{CH_4, \text{ fert, go}}$  methane emission from goats, enteric fermentation (in Gg a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $n_{go}$  number of goats  
 $EF_{CH_4, \text{ fert, go}}$  emission factor for methane emissions from goats, enteric fermentation (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $\beta$  mass conversion factor ( $\beta = 10^{-6}$  Gg kg<sup>-1</sup>)

#### 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)

	$IEF_{\text{CH}_4}$ 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<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $n_{\text{ho}}$  number of horses  
 $EF_{\text{CH}_4, \text{ fert, ho}}$  emission factor for methane emissions from horses, enteric fermentation (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $\beta$  mass conversion factor ( $\beta = 10^{-6}$  Gg kg<sup>-1</sup>)

##### 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  $n_{\text{ho}}^*$  number of horses considered  
 $n_{\text{ho}}$  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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub> für Pferde mit einer Energieaufnahme von 110 MJ Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Dies entspricht der Energieaufnahme erwachsener Großpferde in Deutschland mit einem Gewicht zwischen 500 und 600 kg Tier<sup>-1</sup> bei leichter Arbeit (Blum, 2002).

Für Kleinpferde und Ponys mit einem mittleren Gewicht von etwa 300 kg Tier<sup>-1</sup> wird in Analogie zur N-Ausscheidung eine um ein Drittel geringere Energieaufnahme und entsprechend ein Emissionsfaktor von 12 kg Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>, and is given for a typical energy intake of 110 MJ animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. This corresponds with adult heavy horses weighing between 500 and 600 kg animal<sup>-1</sup> and light work (Blum, 2002).

For light horses and ponies with a typical weight of 300 kg animal<sup>-1</sup>, a reduced energy intake (two thirds of heavy horses) is assumed and a reduced emission factor of 12 kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub> 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $n_{\text{bu}}$  number of buffalo  
 $EF_{CH_4, \text{ fert, bu}}$  emission factor for methane emissions from buffalo, enteric fermentation (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
 $\beta$  mass conversion factor ( $\beta = 10^{-6}$  Gg kg<sup>-1</sup>)

#### 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. CH<sub>4</sub> 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. CH<sub>4</sub> 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.

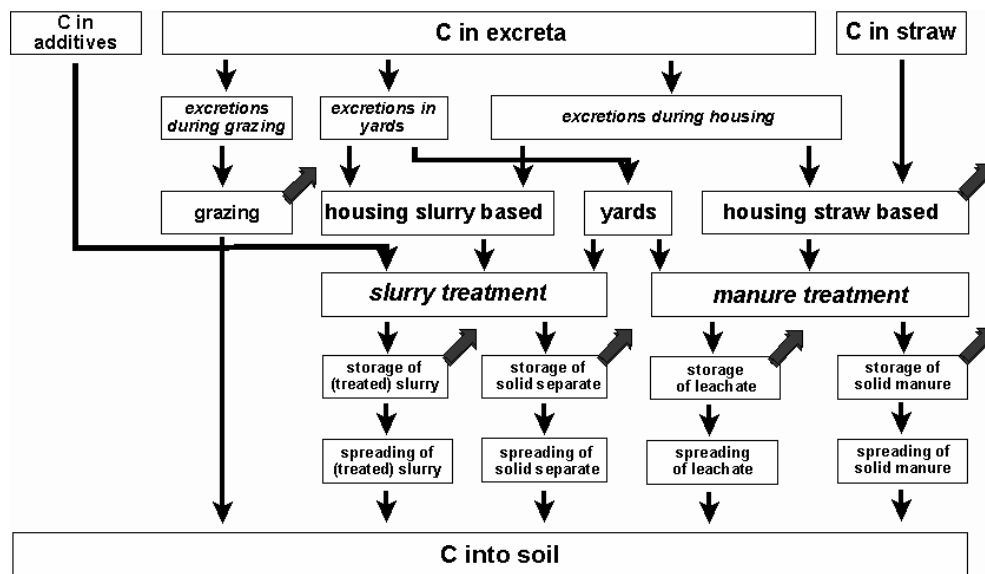


Figure 4:11: Carbon pools and pathways considered in the calculation files. Vertical black arrows indicate the fluxes between pools, slant open arrows the respective emissions.

*Methan aus Exkrementen*

Das allgemeine Rechenverfahren für CH<sub>4</sub>-Emissionen aus tierischen Exkrementen bedient sich folgender Zusammenhänge:

*Methane emissions from animal excreta*

In principle, the calculation procedure to assess CH<sub>4</sub> 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub> )
	$\alpha$	time conversion ( $\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$ )
	$VS_i$	volatile solids (readily digestible carbon) for animal type i (in kg d <sup>-1</sup> DM)
	$B_{o,i}$	methane producing potential of the manure related to mass of VS (in m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> )
	$\rho_{CH_4}$	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 <sup>-1</sup> )
	$MS_{i,j}$	fraction of animal category i whose manure is handled in a system j

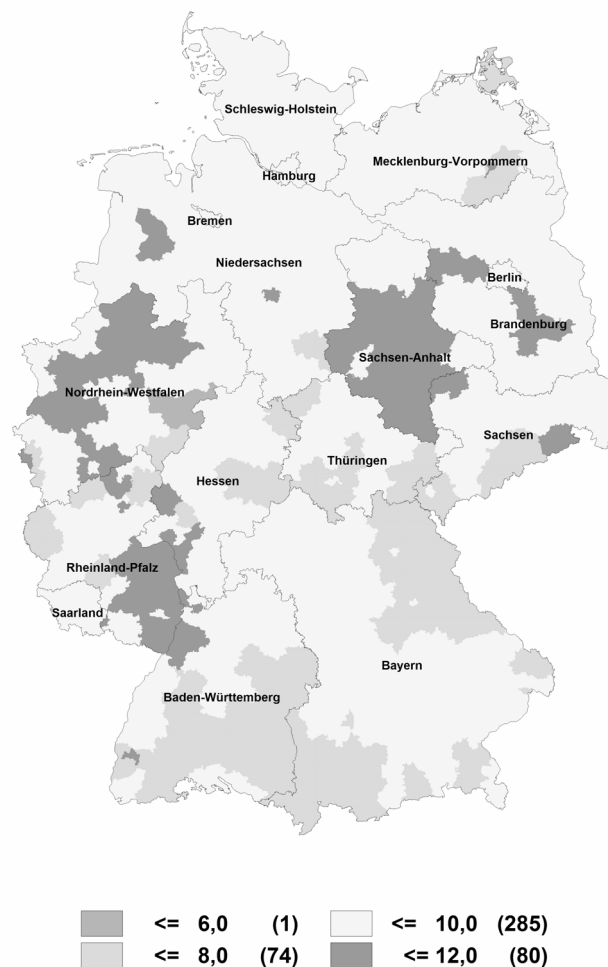
with

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

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 <sup>-1</sup> )

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

$$EF_{\text{CH}_4, \text{straw}, i} = m_{\text{straw}, i} \cdot x_{\text{DM}} \cdot \alpha \cdot B_{o, \text{straw}, i} \cdot \rho_{\text{CH}_4} \cdot \sum_{j,k} MCF_{i,j,k} \cdot MS_{i,j}$$

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 $\text{kg place}^{-1} \text{d}^{-1}$ )
	$x_{\text{DM}}$	dry matter content of straw ( $x_{\text{DM}} = 0.86 \text{ kg kg}^{-1}$ )
	$\alpha$	time conversion ( $\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$ )
	$B_{o, \text{straw}}$	methane producing potential of straw related to mass to DM ( $B_{o, \text{straw}} = 0.24 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ )
	$\rho_{\text{CH}_4}$	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 $\text{kg kg}^{-1}$ )
	$MS_{i,j}$	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 $\text{Gg a}^{-1} \text{NMVOC-C}$ )
	$E_{\text{NH}_3, i}$	$\text{NH}_3$ 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  $\text{CH}_4$ -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,  $\text{CH}_4$  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 kg kg<sup>-1</sup> 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	m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
<i>MCF</i> liquid/slurry	0.10	kg kg <sup>-1</sup> C
<i>MCF</i> solid storage	0.01	kg kg <sup>-1</sup> C
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	kg kg <sup>-1</sup> C

Das deutsche Inventar berücksichtigt mögliche Emissionen von CH<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup>. 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 <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
loose housing	cubicles	8.0	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
loose housing	deep litter	8.5	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
loose housing	„Tretmist“	8.5	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
Straw properties	dry matter content of straw	0.86	kg kg <sup>-1</sup>
	N in dry matter	0.0050	kg kg <sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub> bezogen.

*NMVOG*

*First estimate:*

The procedure to derive a NMVOC inventory using emission factors relative to the respective NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub> emitted from animal husbandry.

Table 4.36  
Emission factors  $EF_{NMVOC}$  relating NMVOC emissions to NH<sub>3</sub> emissions for cattle

Species	$EF_{NMVOC}$ n kg kg <sup>-1</sup>
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 NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub> 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 <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 CH<sub>4</sub>-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, CH<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup> berechnet und belaufen sich auf 185,8 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> VS.

Für Verdaulichkeit und Aschegehalt werden mit IPCC(1996)-4.21 die Standard-Werte von 0,65 MJ MJ<sup>-1</sup> bzw. 0,08 kg kg<sup>-1</sup> 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 CH<sub>4</sub>-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 <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
loose housing	deep litter	1.2	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
loose housing	„Tretmist“	1.2	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. They add up to 185.8 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> VS.

Standard values for digestibility (i.e. 0.65 MJ MJ<sup>-1</sup>) and ash content (0.08 kg kg<sup>-1</sup>) 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, CH<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup> bis zum Schlachtgewicht von 520 kg Tier<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> and a final weight before slaughtering of 520 kg animal<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
loose housing	deep litter	5.6	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
loose housing	„Tretmist“	2.9	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> bis zum Endschlachtgewicht ermittelt, wobei eine Mastdauer von 384 Tagen angenommen wird. Sie belaufen sich auf etwa 700 kg Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> VS.

Für Verdaulichkeit und Aschegehalt werden mit IPCC(1996)-4.21 0,65 MJ MJ<sup>-1</sup> bzw. 0,08 kg kg<sup>-1</sup> 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 CH<sub>4</sub>-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<sup>-1</sup> and the slaughter weight for an average duration of the fattening period of 384 days. VS add up to about 700 kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

Default values are used for digestibility (0.65 MJ MJ<sup>-1</sup>) and ash content of excreta (0.08 kg kg<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> VS, wenn man für Verdaulichkeit und Aschegehalt mit IPCC(1996)-4.21 0,65 MJ MJ<sup>-1</sup> bzw. 0,08 kg kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> VS can be deduced, if one uses a digestibility of 65 MJ MJ<sup>-1</sup> and an ash content of 8 kg kg<sup>-1</sup> 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.

#### *NMVOG*

##### *Erste Schätzung:*

Emissionsfaktoren wie für Milchkühe, siehe Kapitel 4.5.1.2.2

#### *Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

Siehe Kapitel 4.5.1.3

#### *4.5.2.4.4 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.

#### *NMVOG*

##### *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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> VS, wenn man für Verdaulichkeit und Aschegehalt mit IPCC(1996)-4.21 0,65 MJ MJ<sup>-1</sup> bzw. 0,08 kg kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> is deduced, if digestibility is 0.65 MJ MJ<sup>-1</sup> and ash content is 0.08 kg kg<sup>-1</sup>, 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 CH<sub>4</sub> from manure management of other cattle (submission 2005)

	<i>IEF</i> <sub>CH<sub>4</sub></sub> in kg animal <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 CH<sub>4</sub>-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, CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup> 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<sub>o</sub>* 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 CH<sub>4</sub>-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<sup>-1</sup>.

##### 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<sub>o</sub>* 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 CH<sub>4</sub> 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<sub>o</sub>* and methane conversion factors *MCF* as used for pigs in the German inventory (IPCC, 1996)

<i>B<sub>o</sub></i>	0.45	m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
<i>MCF</i> liquid/slurry	0.10	kg kg <sup>-1</sup> C
<i>MCF</i> solid storage	0.01	kg kg <sup>-1</sup> C
<i>MCF</i> pasture/range	0.01	kg kg <sup>-1</sup> C



Table 4.42  
Amounts of straw used in German piglet production systems

Animal house type			
all straw based systems		2.0	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
straw properties	dry matter content of straw	0.86	kg kg <sup>-1</sup>
	N in dry matter	0.0050	kg kg <sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub> emissions for pigs

Species	$EF_{NMVOC}$ in kg kg <sup>-1</sup>
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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh gegeben, bei Haltung auf Teilspaltenböden 0,1 kg Tier<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw is applied, on partly slatted floors with bedding 0.1 kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

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 <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
	partly slatted floor („Mehrfäch-stall“)	0.46	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
free ventilated	kennel house	0.46	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
	deep litter	0.91	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> straw
	partly slatted floor („Mehrfäch-stall“)	0.46	kg place <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh angenommen.

Alle anderen zur Berechnung von CH<sub>4</sub>-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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> 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 CH<sub>4</sub> from manure management of pigs (submission 2005)

	$IEF_{CH_4}$ in kg animal <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 CH<sub>4</sub>- 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 CH<sub>4</sub> nor NMVOC emissions from the manure management

waren im NIR 2005 keine Hauptquellgruppe. Sie werden nach einfachen Verfahren (CH<sub>4</sub>) 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  $VS_{\text{sh}}$  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 ( $B_{\text{o, sh}} = 0.19 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$ )  
 $MCF_{\text{sh}}$  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<sub>o</sub>) 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 NH<sub>3</sub>-Emissionen bezogenen NMVOC-Emissionsfaktoren finden sich in Tabelle 4.45

of sheep were a key source. Thus, they are calculated using the simpler approach (CH<sub>4</sub>) 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<sub>o</sub>) 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 NH<sub>3</sub> emissions are listed in Table 4.45.

Table 4.45  
Emission factors relating NMVOC emissions to NH<sub>3</sub> emissions for sheep

species	$EF_{\text{NMVOC}}$ in kg kg <sup>-1</sup>
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 CH<sub>4</sub> from manure management of sheep (submission 2005)

	<i>IEF</i> <sub>CH<sub>4</sub></sub> in kg animal <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 CH<sub>4</sub>-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.

CH<sub>4</sub> 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.

$$E_{CH_4, go} = EF_{CH_4, go} \cdot n_{go}$$

with

$$EF_{CH_4, go} = VS_{go} \cdot \alpha \cdot B_{o, go} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{go}$$

where *VS<sub>go</sub>* default volatile solid excretion of goats (*VS<sub>go</sub>* = 0.28 kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
*B<sub>o, go</sub>* maximum methane capacity (*B<sub>o, go</sub>* = 0.17 m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
*MCF<sub>go</sub>* methane conversion factor for goats, cold region (*MCF<sub>go</sub>* = 0.01 kg kg<sup>-1</sup>)

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 CH<sub>4</sub> from manure management of goats (submission 2005)

	<i>IEF</i> <sub>CH<sub>4</sub></sub> in kg animal <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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  $VS_{\text{ho}}$  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 ( $B_{\text{o, ho}} = 0.33 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$ )  
 $MCF_{\text{ho}}$  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.

*NM VOC*

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.

*NM VOC*

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub> was obviously chosen in Austria and the UK. German data are only comparable to Czech data. However, the amount of CH<sub>4</sub> emitted from the bedding material equals that of the CH<sub>4</sub> from excreta.

Table 4.49

Intercomparison of implied emission factors regarding CH<sub>4</sub> from manure management of horses (submission 2005)

	<i>IEF</i> <sub>CH<sub>4</sub></sub> in kg animal <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 CH<sub>4</sub> 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  $VS_{\text{po}}$  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 ( $B_{\text{o, po}} = 0.32 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ CH}_4$ )  
 $MCF_{\text{po}}$  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 CH<sub>4</sub> 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 NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub> emissions for poultry

species	$EF_{\text{NMVOC}}$ in kg kg <sup>-1</sup>
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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub>-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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub> (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 NH<sub>3</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>. 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 CH<sub>4</sub> from manure management of poultry (submission 2005)

	<i>IEF</i> <sub>CH<sub>4</sub></sub> in kg animal <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> CH <sub>4</sub>
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 Pelztier

Für Methan-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-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:

$$E_{CH_4, bu} = EF_{CH_4, bu} \cdot n_{bu}$$

with

$$EF_{CH_4, bu} = VS_{bu} \cdot \alpha \cdot B_{o, bu} \cdot \rho_{CH_4} \cdot MCF_{bu}$$

where *VS<sub>bu</sub>* default volatile solid excretion of buffalo (*VS<sub>bu</sub>* = 3.9 kg animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)  
*B<sub>o, bu</sub>* maximum methane capacity (*B<sub>o, bu</sub>* = 0.10 m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> CH<sub>4</sub>)  
*MCF<sub>bu</sub>* methane conversion factor for buffalo, cold region (liquid systems: *MCF<sub>bu</sub>* = 0.24 kg kg<sup>-1</sup>; straw based systems and pasture: *MCF<sub>bu</sub>* = 0.01 kg kg<sup>-1</sup>)

##### 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:

$$EF_{CH_4} = 3 \text{ kg Tier}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4.$$

#### 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:

$$EF_{CH_4} = 3 \text{ kg animal}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ CH}_4.$$

*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  $E_{\text{pest}}$  total emission of pesticides (in Mg a<sup>-1</sup>)  
 $m_{\text{pest}}$  mass of individual pesticide applied (Mg a<sup>-1</sup>)  
 $EF_{\text{pest}}$  emission factor for individual pesticide (kg kg<sup>-1</sup>)

##### 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	$EF_{\text{pest}}$ [kg kg <sup>-1</sup> ]
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 CaCO<sub>3</sub>-Mengen in Kalkammonsalpeter. Sie werden ebenfalls erfasst.

*4.6.2.1 Rechenverfahren*

Das Rechenverfahren bestimmt mit Hilfe der stöchiometrischen Rechnung die langfristig freigesetzte CO<sub>2</sub>-Menge.

$$E_{\text{lime}} = \sum_1^i m_{\text{lime},i} \cdot EF_{\text{lime},i}$$

where  $E_{\text{lime}}$  total emission of C or CO<sub>2</sub> from liming (in Mg a<sup>-1</sup>)  
 $m_{\text{lime}}$  mass of individual liming agent applied (Mg a<sup>-1</sup>)  
 $EF_{\text{lime}}$  emission factor (carbon conversion factor) for individual liming agent (kg kg<sup>-1</sup>)

*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 CaCO<sub>3</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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	<b>430500</b>	<b>287000</b>	<b>215250</b>	<b>358750</b>	<b>143500</b>
1991	<b>210000</b>	<b>140000</b>	<b>105000</b>	<b>175000</b>	<b>70000</b>
1992	<b>90000</b>	<b>60000</b>	<b>45000</b>	<b>75000</b>	<b>30000</b>
1993	<b>90000</b>	<b>60000</b>	<b>45000</b>	<b>75000</b>	<b>30000</b>
1994	103448	51000	37947	68926	16236

*Unsicherheit der Aktivitätsdaten*

Angaben zu Unsicherheiten existieren nicht.

*Uncertainty of activity data*

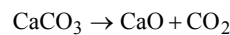
There are no data concerning the uncertainty.

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  $EF_{\text{CaO}}$  von 44/56 ermitteln.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Kalkammonsalpeter werden in der Annahme berechnet, dass der Gewichtsanteil von CaCO<sub>3</sub> etwa 0,40 kg kg<sup>-1</sup> 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 CO<sub>2</sub> emissions from calcium ammonium nitrate are calculated assuming that the CaCO<sub>3</sub> content is 0.40 kg kg<sup>-1</sup>.

*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 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO und N<sub>2</sub> wird das angegebene Flusschema auf jede Tierkategorie angewendet. Dieses Verfahren berücksichtigt sowohl die Erfordernisse des Atmospheric Emission Inventory Guidebook für NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub> 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 NH<sub>3</sub> 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.

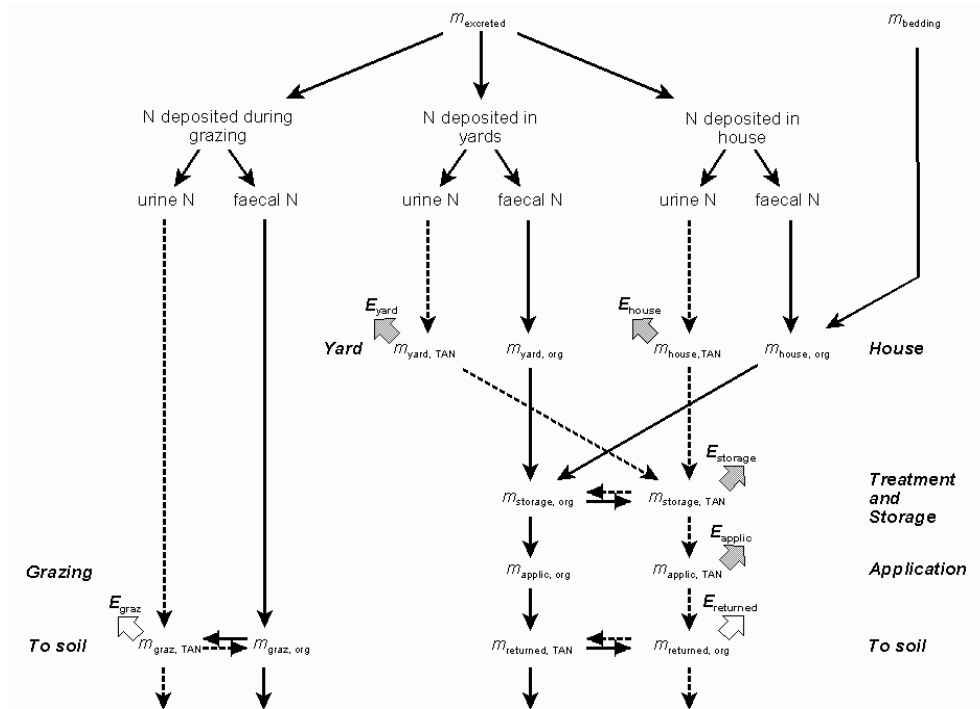


Figure 4.12

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 ( $E_{yard}$   $\text{NH}_3$  emissions from yards;  $E_{house}$   $\text{NH}_3$  emissions from house;  $E_{storage}$   $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  and  $\text{N}_2$  emissions from storage;  $E_{applic}$   $\text{NH}_3$  emissions during and after spreading. Broad open arrows mark emissions from soils:  $E_{graz}$   $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  and  $\text{N}_2$  emissions during and after grazing;  $E_{returned}$   $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  and  $\text{N}_2$  emissions from soil resulting from manure input. For further information see text.

*Schritt 2* besteht in der Ermittlung der N-Ausscheidung der Tiere ( $m_{\text{excreted}}$ ).

*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  $x_{\text{house}}$ ,  $x_{\text{yards}}$  bzw.  $x_{\text{graz}}$  multipliziert. Diese Anteile hängen davon ab, welche Zeiteile 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  $x_{\text{urine}}$ , um den Gehalt an rasch in Ammoniak umwandelbaren Stickstoff (total ammoniacal nitrogen, TAN) und organischem N ( $\text{N}_{\text{org}}$ ) 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 ( $m_{\text{excreted}}$ ).

*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 ( $x_{\text{house}}$ ,  $x_{\text{yards}}$  and  $x_{\text{graz}}$ , 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 ( $x_{\text{urine}}$ ) to calculate the amount of N readily convertible to ammonia (total ammoniacal nitrogen, TAN) and organic N ( $\text{N}_{\text{org}}$ ) 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  $N_{\text{org}}$  in den unterschiedlichen N-haltigen Ausscheidungen berechnet. Dabei 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  $N_{\text{org}}$  im Kot gebunden ist. Im Stall muss berücksichtigt werden, dass mit der Einstreu weiterer Stickstoff (in der Regel zunächst als  $N_{\text{org}}$ ) hinzukommt.

*Step 5* is to calculate the amounts of TAN and  $N_{\text{org}}$  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 ( $m_{\text{bedding}}$ ) must be added to  $N_{\text{org}}$ :

$$m_{\text{house, org}} = m_{\text{house, faeces}} + m_{\text{bedding}}$$

*Schritt 6* berechnet die  $\text{NH}_3$ -Verluste im Stall  $E_{\text{house}}$ , indem die TAN-Menge mit dem Emissionsfaktor für den Stall  $EF_{\text{house, TAN}}$  multipliziert wird:

*Step 6* is to calculate the  $\text{NH}_3$  losses  $E_{\text{house}}$  from the animal housing, by multiplying the amount of TAN  $m_{\text{house, TAN}}$  with the emission factor  $EF_{\text{house}}$ :

$$E_{\text{house}} = m_{\text{house, TAN}} \cdot EF_{\text{house}}$$

Dieser Emissionsfaktor kann einen Mindefaktor bzw. eine -funktion für technische Maßnahmen enthalten, die eine Verringerung der  $\text{NH}_3$ -Emissionen aus dem Gebäude bewirken (Abluftreinigungssysteme). Die  $\text{NH}_3$ -Freisetzung im Stall kann sich von der  $\text{NH}_3$ -Freisetzung aus dem Stall unterscheiden.

This procedure may include a reduction factor or function to assess the amount of  $\text{NH}_3$  bound in a scrubber system used to remove  $\text{NH}_3$  from ventilated air etc.. Thus, the  $\text{NH}_3$  released in the house may not be equal to the  $\text{NH}_3$  released from the house.

In *Schritt 7* werden die Mengen an  $N_{\text{org}}$  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  $N_{\text{org}}$  and TAN ( $m_{\text{storage, org}}^*$  and  $m_{\text{storage, TAN}}^*$ ) that pass to the manure storage, remembering to subtract the  $\text{NH}_3$  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  $N_{\text{org}}$  zu TAN wird, ebenso die TAN-Menge, die in C-reichen Systemen (d.h. Systemen mit hinreichender Einstreu) zu  $N_{\text{org}}$  werden.

*Step 8* is to calculate the amount of TAN from which storage emissions will occur. This includes a fraction ( $x_{\text{min}}$ ) of the organic N that is mineralised to TAN but excludes the fraction ( $x_{\text{imm}}$ ) 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  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , NO und  $\text{N}_2$  unter Verwendung der entsprechenden Emissionsfaktoren  $EF_{\text{storage}}$  und  $m_{\text{storage, TAN}}$  berechnet.

*Step 9* is to calculate the emissions of  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , NO and  $\text{N}_2$  (using the respective emission factors  $EF_{\text{storage}}$ ) 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 N<sub>2</sub>O werden aus den IPCC-Richtlinien übernommen. Sie beziehen sich allerdings auf Gesamt-N (N<sub>total</sub>) und müssen auf TAN umgerechnet werden.

The emission factors for N<sub>2</sub>O are taken from IPCC guidance documents and related to N<sub>total</sub>. 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 N<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren sind von den N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktoren abgeleitet und werden entsprechend behandelt.

The NO and N<sub>2</sub> emission factors are derived from the N<sub>2</sub>O 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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO und N<sub>2</sub> die N<sub>org</sub>- 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 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub> 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  $EF_{\text{applic}}$  und  $m_{\text{applic, TAN}}$  die NH<sub>3</sub>-Emissionen berechnet, die sich unmittelbar nach der Ausbringung ereignen.

*Step 11* is to calculate the emission of NH<sub>3</sub> during and immediately after field application, using an emission factor  $EF_{\text{applic}}$  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  $m_{\text{feed}}$  amount of N in feed (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N)  
 $m_g$  amount of N retained in animal during growth (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N)  
 $m_{\text{calf}}$  amount of N bound in calf (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N)  
 $m_{\text{milk}}$  amount of N secreted with milk (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N)  
 $m_{\text{urine}}$  amount of N excreted in urine (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N)  
 $m_{\text{faeces}}$  amount of N excreted in faeces (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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  $m_{\text{feed}}$  wird aus der Standardenergie der Nahrung wie folgt berechnet:

$$m_{\text{feed}} = SE_{\text{feed}} \cdot x_{\text{XP}} \cdot x_{\text{N}}$$

where  $SE_{\text{feed}}$  standard energy intake with feed (in SFU animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $x_{\text{XP}}$  mean nitrogen content of crude protein XP in feed (in kg SFU<sup>-1</sup> XP)  
 $x_{\text{N}}$  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)  
 $SE_{\text{m}}$  standard energy required for maintenance  
 $SE_{\text{l}}$  standard energy required for lactation  
 $SE_{\text{p}}$  standard energy required for foetus growth  
 $SE_{\text{g}}$  standard energy required for growth

Der Rohprotein-Gehalt des Futters  $x_{\text{XP}}$  ist das gewichtete Mittel der Gehalte des beim Weidegang und im Stall aufgenommenen Futters. Die Aufteilung entspricht den Zeitanteilen von Weidegang und Unterbringung im Stall:

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

where  $t_{\text{graz}}$  duration of grazing (in d a<sup>-1</sup>)  
 $\alpha$  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,  $SE_{\text{m}}$ , 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<sup>-1</sup>)  
 $i$  specific weight per unit of standard energy required ( $i = 200 \text{ kg animal}^{-1}$ )  
 $j$  constant ( $j = 1.5$ )  
 $\alpha$  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  $m_{\text{feed}}$  is obtained from the standard energy in feed according to

The crude protein content of the feed  $x_{\text{XP}}$  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  $SE_{\text{m}}$  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  $SE_{\text{l}}$  is derived from milk yield and composition. In Germany, data on milk fat content and milk pro-

Milcheiweißgehalt 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $Y_{m,corr}$  annual milk yield, corrected for fat and protein content (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $g$  constant ( $g = 0.4$  SFU kg<sup>-1</sup>)  
 $h$  constant ( $h = 0.0000167$  SFU kg<sup>-2</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $c$  constant ( $c = 0.00383$ )  
 $x_{fat}$  fat content of milk (in kg kg<sup>-1</sup>)  
 $d$  constant ( $d = 0.00242$ )  
 $x_{mP}$  protein content of milk (in kg kg<sup>-1</sup>)  
 $e$  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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

The standard energy required for pregnancy  $SE_p$  is assumed to be constant (for heavy cattle:  $SE_p = 130$  SFU animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>).

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $\Delta w$  weight gain (in kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $c_{SEg}$  specific energy consumption for growth ( $c_{SEg} = 4.0$  SFU kg<sup>-1</sup>)

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<sup>-1</sup> protein)  
 $x_{N,milk}$  nitrogen content of milk protein ( $x_{N,milk} = 1/6.38$  kg kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>)  
 $w_{calf}$  weight of calf (in kg animal<sup>-1</sup>)  
 $x_{N,calf}$  nitrogen content of the (whole) calf ( $x_{N,calf} = 0.0296$  kg kg<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $q$  constant ( $q = 20$ )  
 $r$  constant ( $r = 1.8$  kg<sup>-1</sup> animal a)  
 $x_N$  nitrogen content of crude protein ( $1/6.25$  kg kg<sup>-1</sup> N)

with

$$DM = \frac{SE}{c_{SE,DM}}$$

where  $SE$  total standard energy intake (in SFU animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $c_{SE,DM}$  specific SE content of feed dry matter (SFU kg<sup>-1</sup>)

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  $x_{\text{TAN}}$  von TAN zu  $N_{\text{total}}$  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  $x_{\text{TAN}}$  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 $\text{kg kg}^{-1}$ )
	$t_{\text{graz}}$	time spent grazing (in $\text{d a}^{-1}$ )
	$\alpha$	time constant ( $\alpha = 365 \text{ d a}^{-1}$ )
	$x_{\text{graz, 1}}$	fraction of animals grazing all day
	$\delta$	time constant ( $\delta = 24 \text{ h d}^{-1}$ )
	$t_{\text{milk}}$	time spent in milking parlour (in $\text{h d}^{-1}$ )
	$t_{\text{yards}}$	time spent in yards (in $\text{h d}^{-1}$ )
	$x_{\text{graz, 2}}$	fraction of animals grazing part of the day
	$t_{\text{graz, 2}}$	time spent grazing (in $\text{h d}^{-1}$ )

$$x_{\text{yard}} = \frac{t_{\text{yard}}}{\delta}$$

where	$x_{\text{yard}}$	fraction of excreta dropped in yards (in $\text{kg kg}^{-1}$ )
-------	-------------------	--

$$x_{\text{house}} = 1 - (x_{\text{graz}} + x_{\text{yards}})$$

where	$x_{\text{house}}$	fraction of excreta dropped in the house (in $\text{kg kg}^{-1}$ )
-------	--------------------	--

Der  $\text{NH}_3$ -Emissionsfaktor für Weidegang  $EF_{\text{graz}}$  beträgt  $0,075 \text{ kg kg}^{-1}$  des ausgeschiedenen N (Döhler et al. 2002, aktualisiert nach Misselbrook 2001).

The  $\text{NH}_3$  emission factor for grazing is  $0.075 \text{ kg kg}^{-1}$  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  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{NO}$  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).

$\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{NO}$  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  $\text{NH}_3$  from cattle houses

			$EF_{\text{house}}$ 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  $0.86 \text{ kg kg}^{-1}$  and a mean N content of  $0.005 \text{ kg kg}^{-1}$  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”<sup>11</sup>  
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.

<sup>11</sup> 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<sub>org</sub>) wird angenommen, dass 40 % des TAN immobilisiert werden, sofern ausreichend Einstreu vorhanden ist (Expertenurteil EAGER<sup>12</sup>). 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<sub>org</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N)  
 $m_{\text{house}}$  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  
 $E_{\text{house}}$  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<sub>org</sub> in TAN umgewandelt.

Für *Jauche-Lagerung* wurde angenommen, dass sich 100 % in Behältern mit fester Abdeckung befinden.

*Partielle Emissionsfaktoren für NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO und N<sub>2</sub>:*

Die Emissionsfaktoren für NH<sub>3</sub> entsprechen den Werten in EMEP(2002)\_B1090\_X.

Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O-Emissionsfaktor  $EF_{\text{storage, N2O}}$  ist und dass etwa die dreifache Menge an N<sub>2</sub> 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<sub>org</sub>) is assumed to be about 40 % of TAN, if enough bedding material is available. (Expert judgement EAGER<sup>12</sup>). 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<sub>org</sub> 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<sub>org</sub> 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 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO and N<sub>2</sub>:*

Emission factors for NH<sub>3</sub> are taken from EMEP(2002)\_B1090\_X.

N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O emissions  $EF_{\text{storage, N2O}}$  and that N<sub>2</sub> 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.

<sup>12</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> N	
solid manure	heap	(reference)	0.60	kg kg <sup>-1</sup> N	

Source: EMEP (2002)

Table 4.56

Partial emission factors for nitrogen oxides losses from storage of cattle excreta (related to TAN)

N <sub>2</sub> O emissions	slurry		0.001	kg kg <sup>-1</sup> N
	solid storage		0.020	kg kg <sup>-1</sup> N
NO emissions	slurry		0.001	kg kg <sup>-1</sup> N
	solid storage		0.020	kg kg <sup>-1</sup> N
N <sub>2</sub> emissions	slurry		0.007	kg kg <sup>-1</sup> N
	solid storage		0.140	kg kg <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub> without referring to any details.

For N<sub>2</sub>O and NO emission factors, the order of

Für N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup>.

##### 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, this inventory deals with calves smaller than 100 kg animal<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg  
kg<sup>-1</sup> (Faustzahlen 1993, S. 256, siehe auch Tabelle  
4.38), d.h.

##### *Anbindehaltung*

0,1 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 0,16 kg Platz<sup>-1</sup>  
a<sup>-1</sup> N

##### *Tiefstreu und Tretmist*

1,2 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 1,88 kg Platz<sup>-1</sup>  
a<sup>-1</sup> N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch ge-  
bundenen N angesehen.

Für Immobilisierung von TAN und Minerali-  
sierung von N<sub>org</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> and a  
mean N content of 0.005 kg kg<sup>-1</sup> were assumed  
according to Faustzahlen (1993), pg. 256, and  
Table 4.38, in particular

##### *tied systems*

0.1 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 0.16 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>  
N

##### *loose housing (“Tretmist”)*

1.2 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 1.88 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>  
N

All straw N is considered to be organic N.

Immobilization of TAN and mineralization of  
N<sub>org</sub> 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 NH<sub>3</sub> ohne weitere Einzelheiten die Größenordnung von 30 % an.

Für N<sub>2</sub>O 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 NH<sub>3</sub> without referring to any details.

For N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg kg<sup>-1</sup> (Faustzahlen 1993, S. 256) zugrunde gelegt, d.h.

##### Anbindehaltung

2,9 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 4,6 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N

##### Tretmist

5,6 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 8,8 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> die Größenordnung von 30 % hat.

Für N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> and a mean N content of 0.005 kg kg<sup>-1</sup> were assumed according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

##### tied systems

2.9 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 4.6 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N

##### “Tretmist”

5.6 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 8.8 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. 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 NH<sub>3</sub> is also valid for heifers.

For N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> betragen 21 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N bei 4 Durchgängen. Dieser Wert wird als konstant und einheitlich für Deutschland angesehen.

Die Ausscheidungen der Mastbullen (Gewicht ab 180 kg Tier<sup>-1</sup>) werden im Mittel als konstant angesehen und betragen 44 kg Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg kg<sup>-1</sup> (Faustzahlen 1993, S. 256) angenommen, d.h.

#### Anbindehaltung

2,9 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 4,6 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N

#### Tretmist

5,6 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 8,8 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sub>org</sub> 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 NH<sub>3</sub> in der Größenordnung von 30 % angegeben.

Für N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> amount to 21 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N with 4 animal rounds per year. This value is considered to be constant and uniform over Germany.

N excretions above 180 kg animal<sup>-1</sup> are assumed to be constant and uniform and come to 44 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> and a mean N content of 0.005 kg kg<sup>-1</sup> were assumed according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

#### tied systems

2.9 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 4.6 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N  
"Tretmist"

5.6 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 8.8 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N

All straw N is considered to be organic N.

In systems with bedding, the immobilization of TAN and the mineralization of N<sub>org</sub> 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 NH<sub>3</sub>, is also valid for bulls.

For N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup>.

**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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N gemäß to LfL (2004a)

**Unsicherheit der Emissionsfaktoren**

Die Unsicherheiten der Emissionsfaktoren insgesamt liegen für NH<sub>3</sub> 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<sup>-1</sup>.

**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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N according to LfL (2004a)

**Uncertainty of emission factors**

EMEP (2002)-B1090-19 estimates the uncertainty for NH<sub>3</sub> 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: AC10005.05  
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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub>-Emissionen gilt die Schweine-Haltung insgesamt als Hauptquellgruppe, nicht jedoch hinsichtlich der N<sub>2</sub>O-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 NH<sub>3</sub> emissions, pigs are considered to be a key source. They are no key source with respect to N<sub>2</sub>O.

#### 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N. bzw. 24,4 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N) wurden um die N-Mengen reduziert, die 18 Aufzuchtferkel zwischen 8,5 und 25 kg Tier<sup>-1</sup> ausscheiden (4,6 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub>-N freigesetzt werden bei einer angenommenen Gesamtausscheidung von 36 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Die Eigenschaften von Stroh sind in Tabelle 4.35 zusammengestellt.

Table 4.61  
Partial emission factors for NH<sub>3</sub> from sow houses

		$EF_{house}$ in kg kg <sup>-1</sup> 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<sub>org</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N, with feed reduced in N and P contents to 24.4 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N. The data provided in KTBL (2004, pg. 460: 36 and 29 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, respectively) refer to one sow with 18 piglets of 25 kg animal<sup>-1</sup>. These figures had to be reduced by the amount excreted by 18 piglets from 8.5 to 25 kg animal<sup>-1</sup> (4.6 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>).

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub> are released from a total excretion of 36 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. 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<sub>org</sub> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> N	
solid manure	heap	(reference)	0.60	kg kg <sup>-1</sup> N	

Source: EMEP (2002)

Table 4.63

Partial emission factors for nitrogen oxides losses from storage of pig excreta (related to TAN)

N <sub>2</sub> O emissions	slurry		0.001	kg kg <sup>-1</sup> N
	solid storage		0.020	kg kg <sup>-1</sup> N
NO emissions	slurry		0.001	kg kg <sup>-1</sup> N
	solid storage		0.020	kg kg <sup>-1</sup> N
N <sub>2</sub> emissions	slurry		0.007	kg kg <sup>-1</sup> N
	solid storage		0.140	kg kg <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub> 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).

$$m_{\text{excr}} = n_{\text{round}} \cdot (m_{\text{feed}} - \Delta w \cdot x_N)$$

where  $m_{\text{excreted}}$  amount of nitrogen excreted (in kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $n_{\text{round}}$  number of animal rounds (animal place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)  
 $m_{\text{feed}}$  amount of nitrogen taken in with feed (kg animal<sup>-1</sup> N)  
 $\Delta w$  weight gain (kg animal<sup>-1</sup>)  
 $x_N$  nitrogen content of whole pig ( $x_N = 0.026$  kg kg<sup>-1</sup> N)

Reinigungszeiten für Aufzuchtferkel betragen 8 d Runde<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> und ein mittlerer N-Gehalt 0,005 kg kg<sup>-1</sup> angenommen (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

Tretmist

0,35 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 0,8 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N

Mehrflächenstall und Kistenstall

0,1 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 0,27 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> from fattening pig houses, also applied to weaner houses

			$EF_{\text{house}}$ in kg kg <sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> and a mean N content of 0.005 kg kg<sup>-1</sup> were assumed according to Faustzahlen (1993), pg. 256, in particular

– deep litter

0.35 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 0.8 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N  
"Mehrflächenstall und Kistenstall"

0,1 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 0.27 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren an.

Die Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>; LfL, 2004a). Zwischen nor-

#### *Uncertainty of emission factors*

Irrespective of any animal category, EMEP (2002) -B1090-19 assumes an uncertainty of 30 % for NH<sub>3</sub> emission factors.

The emission factors for N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>  
 $EF_{\text{NH}_3} = 6.39 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$

###### *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<sup>-1</sup> (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	$m_{\text{excreted}}$	amount of nitrogen excreted (in kg place <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )
	$m_{\text{feed } 11}$	amount of nitrogen taken in with feed 11 (kg animal <sup>-1</sup> N)
	$x_{\text{feed } 11}$	nitrogen content of feed 11
	$x_{\text{phase}}$	share of pigs phase fed
	$\Delta W$	weight gain (kg animal <sup>-1</sup> )
	$x_{\text{N}}$	nitrogen content of whole pig ( $x_{\text{N}} = 0.026 \text{ kg kg}^{-1} \text{ N}$ )
	$n_{\text{round}}$	number of animal rounds (animal place <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> )
	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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> für normale Fütterung und um 13 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N bei N-reduzierter Fütterung.

70 % der ausgeschiedenen N-Menge liegen als reduziertes N (TAN) vor.

Die NH<sub>3</sub>-N-Emissionen im Stall wurden in Döhler et al. (2002) mit 3 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N betragen. Die Ausscheidung hätte nach heutigem Stand des Wissens (2005) auf 16 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 Mastschweineeställe: 5 d Runde<sup>-1</sup> (KTBL, 2004).

Bei Schweinegülle und Lagerung im Tank wird ein NH<sub>3</sub>-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<sup>-1</sup> und der mittlere N-Gehalt 0,005 kg

Typical N excretions are 16 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> for normal feed and 13 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> for protein reduced feed.

70 % of the N excreted is ammoniacal N (TAN).

NH<sub>3</sub> emissions were reported to be 3 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N. However, according to the present (2005) knowledge, excretions should have been related to 16 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> (KTBL, 2004)

For pig slurry and storage in a tank, NH<sub>3</sub>-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<sup>-1</sup> and a mean N content of 0.005 kg kg<sup>-1</sup> were assumed

kg<sup>-1</sup> (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

- Tretmist  
1 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 1,6 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- Mehrflächenstall und Kistenstall  
0,1 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 0,16 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- Außenklimaställe „Kennel house“  
0,5 1 kg Platz<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> Stroh bzw. 0,8 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> an. Dieser Wert wird vorläufig übernommen.

Bei N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 1.6 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- “ Mehrflächenstall und Kistenstall”  
0.1 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 0.16 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- free ventilated “kennel house”  
0.5 kg place<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> straw or 0.8 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> is temporarily taken over from EMEP(2002)-B1090-19.

For N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub>-Emissionsfaktoren.

Die Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> emission factors are likely to be valid.

The emission factors for N<sub>2</sub>O 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	$n_{\text{lamb}}$	number of lambs
	$n_{\text{ewes}}$	number of ewes
	$f_{\text{lamb}}$	factor to derive number of lambs
	$n_{\text{other sheep}}$	number of sheep other than lambs
	$n_{\text{sheep}}$	total number of sheep
	$f_{\text{sheep}}$	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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N (Angabe für Lämmer, Intensivmast)
  - alle anderen Schafe 10 kg Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- Quelle: LfL (2004a)

*TAN-Gehalt:* 40 %

#### *Einstreu im Mutterschafestall während der Stallzeit:*

60 kg a<sup>-1</sup> (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 NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N (figure for intensive fattening)
  - all other sheep 10 kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N
- Source: LfL (2004a)

*TAN content:* 40 %

#### *Bedding in ewe houses during the period of housing:*

60 kg a<sup>-1</sup> (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. NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub>, 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. (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 NH<sub>3</sub>.

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. (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 NH<sub>3</sub>.

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N vor. Der Emissionsfaktor ist  $EF_{NH_3} = 5,1 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ .

#### *Simpler methodology:*

EMEP(2002)-B1090-9 uses a N excretion of about 50 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>; the emission factor is  $EF_{NH_3} = 5,1 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ NH}_3$ .

*Verbessertes Verfahren:*

Nach LWK-NW (2005) werden von Reitpferden bei gemischter Stall-/Weidehaltung (Gewicht 500 bis 600 kg Tier<sup>-1</sup>) und leichter Arbeit 53,6 kg Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N ausgeschieden, bei einem Reitpony (350 kg Tier<sup>-1</sup>) bei Stall-/Weidehaltung 33,4 kg Tier<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> beträgt und dass alle Tiere 10 h d<sup>-1</sup> weiden.

*Unsicherheit der Emissionsfaktoren*

Die Annahme eines Fehlers von 50 % erscheint angemessen für NH<sub>3</sub>.

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> Eier mit 17,1 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> Eimasse, 50 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> Zuwachs und 94 % Belegung. Das mittlere Lebendgewicht liegt bei 1,48 kg Tier<sup>-1</sup>.

*Improved Methodology:*

According to LWK-NW (2005) saddle-horses with a weight of 500 to 600 kg animal<sup>-1</sup> with mixed stabling and grazing and occasional work excrete 53.6 kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N, light horses or ponies of 350 kg animal<sup>-1</sup> excrete about 33.4 kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, with a daily grazing time of 10 h d<sup>-1</sup>.

*Uncertainty of emission factors*

An uncertainty of 50 % is assumed to be appropriate for NH<sub>3</sub>.

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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, a mean growth rate of 50 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> and an occupation rate of 94 %. The mean live weight is 1.48 kg animal<sup>-1</sup>.



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*

Der in Dämmgen (2005) angegebene systematische Fehler von 5 % muss mit einer statistischen Unsicherheit verknüpft werden. Eine Gesamtunsicherheit von 10 % erscheint angemessen.

*Uncertainty of activity data*

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:*

N-Ausscheidung: 0,8 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N

NH<sub>3</sub>: siehe EMEP(2002)-B1090-9

N<sub>2</sub>O: siehe IPCC(1996)-3-4.104

NO und N<sub>2</sub>: Es wird angenommen, dass die NO-Emissionsfaktoren gleich denen für N<sub>2</sub>O sind und die N<sub>2</sub>-Emissionen im Mittel 3mal so groß sind wie die N<sub>2</sub>O-Emissionen.

*Simpler methodology:*

NH<sub>3</sub>: see EMEP(2002)-B1090-9

N<sub>2</sub>O: see IPCC(1996)-3-4.104

NO and N<sub>2</sub>: It is assumed that NO emission factors are of the same magnitude as N<sub>2</sub>O emission factors. Mean N<sub>2</sub> emissions are approx. seven times the amount of N<sub>2</sub>O emissions.

*Detailliertes Verfahren:*

Nach KTBL (2004) werden bei Standardfütterung 0,74 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N, für N-reduzierte Fütterung 0,71 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N angesetzt.

*Detailed methodology:*

According to KTBL (2004), pg. 491, a N excretion of 0.74 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N is assumed for normal feeding, and of 0.71 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> N
	with dung belt	without drying	0.162	kg kg <sup>-1</sup> N
aviary		with drying	0.042	kg kg <sup>-1</sup> N
		with dung drying	0.101	kg kg <sup>-1</sup> N
floor management	free range		0.351	kg kg <sup>-1</sup> 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 <sub>2</sub> O emissions	solid storage	0.020	kg kg <sup>-1</sup> N
NO emissions	solid storage	0.020	kg kg <sup>-1</sup> N
N <sub>2</sub> emissions	solid storage	0.140	kg kg <sup>-1</sup> 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 <sup>-1</sup> 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 NH<sub>3</sub> 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 NH<sub>3</sub>. 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N, für N-

#### *Uncertainty of emission factors*

For NH<sub>3</sub>, 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 NH<sub>3</sub> (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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N and 0.36 kg place<sup>-1</sup>

reduzierte Fütterung 0,36 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N ange-  
setzt.

*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 Rechenver-  
fahren 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 warden sinngemäß  
übernommen. Eine Unsicherheit von 10 %  
wird für angemessen gehalten.

*4.9.9.3 Emissionsfaktoren*

*Einfacheres Verfahren:*

siehe Kapitel 4.9.7.2

a<sup>-1</sup> N for normal and N/P reduced feed, respec-  
tively.

*TAN content: 70 %*

*Partial emission factors:*

Housing: 13.8 % related to N for bedded sys-  
tems 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 assumend.

*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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N (Privatmitt. R. Timmler, Universität Halle-Wittenberg)
- Enten: 0,6 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N (Privatmitt. R. Timmler, Universität Halle-Wittenberg)
- Puten: Nach KTBL (2004), S. 530, werden bei Standardfütterung 2,07 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N, für N-reduzierte Fütterung 1,89 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N angesetzt.
- Junghühner: 0,28 kg Platz<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N (KTBL 2004), S. 498.

*Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“*

- Gänse: 0,055 kg kg<sup>-1</sup> bezogen auf N<sub>tot</sub>, default-Wert Geflügel (EMEP(2002)-B1090-9)
- Enten: 0,20 kg kg<sup>-1</sup> bezogen auf N<sub>tot</sub>, (Döhler et al., 2002)
- Puten: 0,40 kg kg<sup>-1</sup> bezogen auf N<sub>tot</sub> (Döhler et al., 2002)
- Junghühner: 0,357 kg kg<sup>-1</sup> bezogen auf N<sub>tot</sub> (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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N (private communication R. Timmler, University of Halle-Wittenberg)
- Ducks: 0.6 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N (private communication R. Timmler, University of Halle-Wittenberg)
- Turkeys: According to KTBL (2004), pg. 530, 2.07 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N and 1.89 kg animal<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> N are recommended for normal and N/P reduced feeds, respectively.
- Pullets: 0.28 kg place<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> (KTBL, 2004, pg. 498)

*Partial emission factors “housing”*

- Geese: default value “poultry“ (0.055 kg kg<sup>-1</sup> related to N<sub>tot</sub>) (EMEP(2002)-B1090-9)
- Ducks: 0.20 kg kg<sup>-1</sup> related to N<sub>tot</sub> Döhler et al. (2002)
- Turkeys: 0.40 kg kg<sup>-1</sup> related to N<sub>tot</sub> Döhler et al. (2002)
- Pullets: 0.357 kg kg<sup>-1</sup> related to N<sub>tot</sub> 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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub>, 100 Gg a<sup>-1</sup> N<sub>2</sub>O und 70 Gg a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub>, 100 Gg a<sup>-1</sup> N<sub>2</sub>O and 70 Gg a<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> N.

Es wurde angenommen, dass die Tiere im Mittel 140 d a<sup>-1</sup> für 10 h d<sup>-1</sup> auf der Weide sind und die effektive Zeit im Melkstall 3,5 h d<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> N.

It was assumed that the animals are kept on pasture 140 d a<sup>-1</sup> for 10 h d<sup>-1</sup>, and that they are in the dairy parlour for 3.5 h d<sup>-1</sup>. 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 NH<sub>3</sub>-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 NH<sub>3</sub> 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 PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>:

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

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

##### 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 PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5</sub> 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 <sup>1)</sup>	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

<sup>1)</sup> 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. Bodenstein 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 unpatiently, 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 (CAFÉ) Programme. Final Report. [http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/general/pdf/cafe\\_lot1.pdf](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, Wiesen gras und Sonnenblumen: Einfluss des Erntezeitpunktes und der Vorbehandlung. KTBL (ed.) 7. Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung, 1. – 3. März 2005, Braunschweig / Deutschland, 343–348
- 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) Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei Verfütterung von Futterrüben in Ergänzung zu Grassilage. *Arch Anim Nutr* 49, 335-347
- Blum JW (2002) Fütterung von Equiden. [http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/NOZ/NOZ%20ss%202003/Pferde%FCtterung\\_Total.pdf](http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/NOZ/NOZ%20ss%202003/Pferde%FCtterung_Total.pdf)
- Boeckx P, Van Cleemput O (2001) Estimates of N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O 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 U (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 Masttrinder. 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.) N<sub>2</sub>O emissions from agriculture. Report on the expert meeting on “Improving the quality for greenhouse gas inventories for N<sub>2</sub>O 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](http://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](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](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 Milchezusammensetzung 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>
- Reifsnnyder 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 NH<sub>3</sub> emission inventories from agriculture: liquid manure systems. In preparation
- Rolston DE, Hoffman DL, Toy DW (1978) Field measurement of denitrification: I. Flux of N<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O. *Soil Sci Soc Amer J* 42, 863-869
- Rudaz AO, Wälti E, Kyburz G, Lehmann P, Fuhrer J (1999) Temporal variation in N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub> 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](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](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](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](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



- Süphke EH (1988) Stoffwechselfparameter, Milchleistung und Futteraufnahme bei Deutschen Schwarz- und Rotbunt Kühen. Thesis, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 188 pp
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2002) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2002 (Berichtsjahr 2001). <http://www.tll.de/agb01/pdf/agb02-2.pdf>
- ThMLNU – Thüringisches Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2002) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2003 (Berichtsjahr 2002). [http://www.tll.de/agb03/pdf/agb03\\_1.pdf](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](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/items/3473.php)
- Van Cleemput O (1998) Subsoils: chemo- and biological denitrification, N<sub>2</sub>O and N<sub>2</sub> emissions. Nutrient Cycling Agroecosystems 52, 187-194
- Vermoesen A, van Cleemput O, Hofman G (1996) Long-term measurements of N<sub>2</sub>O emissions. Energy Conversion Management 6-8, 1279-1284
- Walenzik G (1996) Auswirkungen von Bodenverdichtungen durch landwirtschaftliche Nutzung auf die N<sub>2</sub>- und N<sub>2</sub>O-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