

**Aus dem Institut für Agrarökologie
und dem
Institut für Betriebswirtschaft**

**Ulrich Dämmgen
Helmut Döhler
Bernhard Osterburg**

**Manfred Lüttich
Brigitte Eurich-Menden**

**Calculations of emissions from German agriculture -
national emission inventory report (NIR) 2004 for 2002
*pt. 3, methods and data (GAS-EM)***

Manuskript, zu finden in www.fal.de

Published in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 260,
pp. 199-262

**Braunschweig
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
2004**

Calculations of Emissions from German Agriculture — National Emission Inventory Report (NIR) 2004 for 2002

Berechnungen der Emissionen aus der Landwirtschaft — Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2004 für 2002

Part 3: Methods and Data (GAS-EM)

Teil 3: Methoden und Daten (GAS-EM)

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

Inhaltsübersicht

Table of Contents

chapter			page
1	Einführung	Introduction	204
2	GAS-EM, Version 6, Strukturen und Begriffe	GAS-EM, Version 6, Structure and terminology	204
2.1	Aufbau	Structure	204
2.2	Einheiten und Symbole	Units and Symbols	206
2.3	Der Begriff „Emissionen“	The term “emissions”	206
2.4	Die Übersetzung von Fachbegriffen	Translation of technical terms	207
2.5	Datenlücken	Data gaps	207
3	Übersicht und Klassifikation der Quellen landwirtschaftlicher Emissionen	Survey and attribution of sources of emissions from agriculture to categories	207
4	Bestimmung von Emissionsfaktoren und Emissionsraten	Assessment of Emission Factors and Emission Rates	210
4.1	Emissionen aus gedüngten landwirtschaftlichen Nutzflächen (SNAP 10 01 00, NFR 4D1)	Emissions from Cultures with Fertilizers (SNAP 100100, NFR 4D1)	210
4.1.1	Mineraldüngeranwendung	Application of Mineral Fertilizers	210
4.1.1.1	Aktivitätsdaten	Activity data	210
4.1.1.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	211
4.1.1.3	Arbeitsmappe	Calculation file	211
4.1.1.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	211
4.1.2	Wirtschaftsdüngeranwendung	Manure application	212
4.1.2.1	Aktivitätsdaten	Activity data	212
4.1.2.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	212
4.1.2.3	Arbeitsmappe	Calculation file	212
4.1.2.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	212
4.1.3	Bewirtschaftete organische Böden (ehem. Hochmoorflächen)	Histosols	212
4.1.3.1	Aktivitätsdaten	Activity data	212
4.1.3.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	213
4.1.3.3	Arbeitsmappe	Calculation file	213
4.1.3.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	213
4.1.4	Methan-Deposition	Methane deposition	213
4.1.4.1	Aktivitätsdaten	Activity data	213
4.1.4.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	213
4.1.4.3	Arbeitsmappe	Calculation file	213
4.1.4.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	213
4.1.5	Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen	Non-Methane Volatile Organic Compounds from Agricultural Plants	213
4.1.5.1	Aktivitätsdaten	Activity data	213
4.1.5.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	214
4.1.5.3	Arbeitsmappe	Calculation file	214
4.1.5.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	214
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)	214
4.2.1	Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau	Biological N Fixation: Legumes	214
4.2.1.1	Aktivitätsdaten	Activity data	214

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

² Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt, Germany

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

4.2.1.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	214
4.2.1.3	Arbeitsmappe	Calculation file	214
4.2.1.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	214
4.2.2	Auf der Weide verbleibende tierische Ausscheidungen	Excreta from Grazing Animals Returned to the Soil	215
4.2.2.1	Aktivitätsdaten	Activity data	215
4.2.2.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	215
4.2.2.3	Arbeitsmappe	Calculation file	215
4.2.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	215
4.2.3	Ernterückstände	Crop Residues	215
4.2.3.1	Aktivitätsdaten	Activity data	215
4.2.3.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	216
4.2.3.3	Arbeitsmappe	Calculation file	216
4.2.3.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	216
4.2.4	Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem N aus der Landwirtschaft	Indirect Emissions from Depositions of Reactive N Stemming from Agriculture	216
4.2.4.1	Aktivitätsdaten	Activity data	216
4.2.4.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	216
4.2.4.3	Arbeitsmappe	Calculation file	216
4.2.4.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	216
4.2.5	Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft	Indirect Emissions from Leached and Run off N Stemming from Agriculture	216
4.2.5.1	Aktivitätsdaten	Activity data	217
4.2.5.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	217
4.2.5.3	Arbeitsmappe	Calculation file	217
4.2.5.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	217
4.3	Abbrennen (Abflämmen) von Ernterückständen (SNAP 10 03 00, NFR 4F)	Stubble Burning (SNAP 10 03 00, NFR 4F)	217
4.4	Methan-Emissionen aus der Tierhaltung (Verdauung) (SNAP 10 04 00, NFR 4A) Vorbemerkung zu den in den Kap. 4.4, 4.5 und 4.9 verwendeten Aktivitätsdaten	Enteric Fermentation (Methane emissions from enteric fermentation of agricultural animals) (SNAP 10 04 00, NFR 4A) Preliminary Remarks Concerning the Activity Data Used in Chapters 4.4, 4.5 and 4.9	217
4.4.1	Milchkühe	Dairy Cows	219
4.4.1.1	Aktivitätsdaten	Activity data	219
4.4.1.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	219
4.4.1.3	Arbeitsmappe	Calculation file	220
4.4.1.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	220
4.4.2	Andere Rinder	Other Cattle	221
4.4.2.1	Aktivitätsdaten	Activity data	221
4.4.2.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	221
4.4.2.3	Arbeitsmappen	Calculation files	221
4.4.2.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	221
4.4.3	Schafe und Ziegen	Sheep and Goats	222
4.4.3.1	Aktivitätsdaten	Activity data	222
4.4.3.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	222
4.4.3.3	Arbeitsmappe	Calculation file	222
4.4.3.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	222
4.4.4	Schweine	Pigs	222
4.4.4.1	Aktivitätsdaten	Activity data	222
4.4.4.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	222
4.4.4.3	Arbeitsmappen	Calculation files	222
4.4.4.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	222
4.4.5	Pferde (einschl. Esel und Maultiere)	Horses (Including Mules and Asses)	223
4.4.5.1	Aktivitätsdaten	Activity data	223
4.4.5.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	223
4.4.5.3	Arbeitsmappe	Calculation file	223
4.4.5.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	223
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)	223
4.5.1	Milchkühe	Dairy Cows	224
4.5.1.1	Aktivitätsdaten	Activity data	224
4.5.1.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	224
4.5.1.3	Arbeitsmappe	Calculation file	225
4.5.1.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	225
4.5.2	Andere Rinder	Other Cattle	225
4.5.2.1	Aktivitätsdaten	Activity data	225

4.5.2.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	225
4.5.2.3	Arbeitsmappen	Calculation files	225
4.5.2.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	225
4.5.3/4.5.4	Schweine	Pigs	226
4.5.3.1	Aktivitätsdaten	Activity data	226
4.5.3.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	226
4.5.3.3	Arbeitsmappe	Calculation file	226
4.5.3.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	226
4.5.5	Schafe und Ziegen	Sheep and Goats	226
4.5.5.1	Aktivitätsdaten	Activity data	226
4.5.5.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	226
4.5.5.3	Arbeitsmappen	Calculation files	227
4.5.5.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	227
4.5.6	Pferde	Horses	227
4.5.6.1	Aktivitätsdaten	Activity data	227
4.5.6.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	227
4.5.6.3	Arbeitsmappe	Calculation file	227
4.5.6.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	227
4.5.7	Geflügel	Poultry	227
4.5.7.1	Aktivitätsdaten	Activity data	227
4.5.7.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	228
4.5.7.3	Arbeitsmappe	Calculation file	228
4.5.7.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	228
4.6	Pestizide und Düngekalk (SNAP 100600)	Pesticides and Limestone (SNAP 100600)	228
4.6.1	Pestizide	Pesticides	228
4.6.1.1	Aktivitätsdaten	Activity data	228
4.6.1.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	228
4.6.1.3	Arbeitsmappe	Calculation file	228
4.6.1.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	228
4.6.2	Düngekalk	Limestone	229
4.6.2.1	Aktivitätsdaten	Activity data	229
4.6.2.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	229
4.6.2.3	Arbeitsmappe	Calculation file	229
4.6.2.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	229
[4.7]	[Bewirtschaftete Laubwälder]	[Managed deciduous forests]	229
[4.8]	[Bewirtschaftete Nadelwälder]	[Managed deciduous forests]	229
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)	230
4.9.1	Milchkühe (SNAP 100901)	Dairy Cows (SNAP 100901)	231
4.9.1.1	Aktivitätsdaten	Activity data	231
4.9.1.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	231
4.9.1.3	Arbeitsmappe	Calculation file	235
4.9.1.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	235
4.9.2	Kälber, Mastrinder und Mutterkühe (SNAP 100902)	Other Cattle (SNAP 100902)	235
4.9.2.1	Kälber	Young Cattle	235
4.9.2.1.1	Aktivitätsdaten	Activity data	235
4.9.2.1.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	235
4.9.2.1.3	Arbeitsmappe	Calculation file	236
4.9.2.1.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	236
4.9.2.2	Mastrinder	Beef Cattle	236
4.9.2.2.1	Aktivitätsdaten	Activity data	236
4.9.2.2.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	236
4.9.2.2.3	Arbeitsmappe	Calculation file	236
4.9.2.2.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	236
4.9.2.3	Mutterkühe	Suckling Cows	237
4.9.2.3.1	Aktivitätsdaten	Activity data	237
4.9.2.3.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	237
4.9.2.3.3	Arbeitsmappe	Calculation file	237
4.9.2.3.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	237
4.9.3	Mastschweine (SNAP 100903)	Fattening Pigs (SNAP 100903)	237
4.9.3.1	Aktivitätsdaten	Activity data	237
4.9.3.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	237
4.9.3.3	Arbeitsmappe	Calculation file	238
4.9.3.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	238
4.9.4	Zuchtsauen (SNAP 100904)	Sows (SNAP 100904)	238
4.9.4.1	Aktivitätsdaten	Activity data	238

4.9.4.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	238
4.9.4.3	Arbeitsmappe	Calculation file	239
4.9.4.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	239
4.9.5	Schafe und Ziegen (SNAP 100905)	Sheep and goats (SNAP 100905)	239
4.9.5.1	Aktivitätsdaten	Activity data	239
4.9.5.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	239
4.9.5.3	Arbeitsmappe	Calculation file	239
4.9.5.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	239
4.9.6	Pferde (einschließlich Maultiere und Esel) (SNAP 100906)	Horses (including Mules and Asses) (SNAP 100906)	239
4.9.6.1	Aktivitätsdaten	Activity data	239
4.9.6.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	240
4.9.6.3	Arbeitsmappe	Calculation file	240
4.9.6.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	240
4.9.7	Legehennen (SNAP 100907)	Laying Hens (SNAP 100907)	240
4.9.7.1	Aktivitätsdaten	Activity data	240
4.9.7.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	240
4.9.7.3	Arbeitsmappe	Calculation file	240
4.9.7.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	241
4.9.8	Masthähnchen und -hühnchen (SNAP 100908)	Broilers (SNAP 100908)	241
4.9.8.1	Aktivitätsdaten	Activity data	241
4.9.8.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	241
4.9.8.3	Arbeitsmappe	Calculation file	241
4.9.8.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	241
4.9.9	Weiteres Geflügel: Gänse, Enten, Puten, Jung- hennen (SNAP 100909)	Other Poultry (SNAP 100909)	241
4.9.9.1	Aktivitätsdaten	Activity data	241
4.9.9.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	241
4.9.9.3	Arbeitsmappe	Calculation file	242
4.9.9.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	242
4.9.10	Pelztiere	Fur Animals	242
4.9.10.1	Aktivitätsdaten	Activity data	242
4.9.10.2	Emissionsfaktoren	Emission factors	242
4.9.10.3	Arbeitsmappe	Calculation file	242
4.9.10.4	Räumliche und zeitliche Auflösung	Resolution in space and time	243
5	Literaturverzeichnis	References	243
6	Ergänzende Unterlagen	Supplementary Documents	246
6.1	Lufttemperaturen	Air temperatures	246
6.1.1	Bedeutung der aktuellen Lufttemperaturen	The significance of topical Air temperatures	246
6.1.2	Datenverfügbarkeit	Data availability	247
6.1.3	Jahresmitteltemperaturen, Frühlingstemper- peraturen	Mean Annual Temperatures, Mean Spring Tempera- tures	247
6.2	Die Fläche organischer Böden in deutschland	The area of histosols in Germany	249
6.2.1	Übersicht	General Procedure	249
6.2.2	Technische Einzelheiten	Technical Details	250
6.2.3	GIS-Bearbeitungsschritte	GIS Processing	251
6.2.4	Auswertung der Sachdaten	Data Analysis and Evaluation	251
6.3	Regressionsansätze zur Berechnung von Me- than-Emissionen aus der Rinderhaltung ("ente- ric fermentation")	Regression based relations for the calculation of methane emissions of cattle ("enteric fermentation")	253
6.3.1	Einfacheres Verfahren	Simpler methodology	253
6.3.2	Detaillierte Beschreibungen der Methan- Freisetzung bei Wiederkäuern	Detailed descriptions of mezhane release from rumi- nants	253
6.3.2.1	Der IPCC-Grundansatz	The basic IPCC approach	253
6.3.2.2	Weitere Beziehungen zur Berechnung der Methan-Emissionen	Other equations used to determine methane emissions	254
6.3.3	Bewertung der Ergebnisse	Evaluation of Results	257
6.3.4	Verfügbarkeit von Aktivitätsdaten	Availability of Activity Data	258
6.3.5	Literaturverzeichnis	References	258
6.4	Inkonsistenz der Zeitreihen der Tierzahlen	Inconsistencies regarding the time seriesof animal numbers	259
6.5	Mögliche Bedeutung der Emissionen von biogenen Schwefel-Spezies aus der Tierhaltung	Potential Importance of the Emissions of Biogenic Sulfur Species from Animal Husbandry	260

1 Einführung

Gasförmige Emissionen aus der Landwirtschaft sind in Europa

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

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. Für die Berechnung der landwirtschaftlichen Emissionen in Deutschland nach den internationalen Regeln wurde innerhalb eines Gemeinschaftsprojekts von BMU und BMVEL (Döhler et al., 2002) ein Satz von Excel-Arbeitsmappen (GASeous EMISSIONS, GAS-EM) erstellt, mit dessen Hilfe die Emissionen ermittelt wurden. 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 sind Gegenstand von Verbesserungen bzw. Weiterentwicklungen des Programms. Die hier verwendete Version 6 bezieht sich weitgehend auf die in Döhler et al. (2002) erarbeiteten Ergebnisse, verwendet aber die jeweils neuesten Versionen der internationalen Regelwerke (EMEP/CORINAIR, 2002) einschließlich der als Entwurf verfügbaren Kapitel des Guidebook sowie IPCC (1996, 2000).

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

1 Introduction

In Europe, gaseous 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).

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

In the international protocols, the parties also commit themselves to use certain procedures for the construction of these inventories. 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 procedures used as well as the data base involved are described in detail in this paper.

As the approaches of the first inventory were at least partly unsatisfactory, the programme has been developed and updated. Version 6, 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 (2002), including draft chapters of the Guidebook, as well as IPCC (1996, 2000).

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 the NIR 2002. It serves as comprehensive documentation of the details of all calculations performed.

2 GAS-EM, Version 6, Strukturen und Begriffe

2.1 Aufbau

GAS-EM folgt einem Konzept, das Emissionen in einem System von Stoffflüssen wie in **Figure 1** quantifiziert. Die Rechnungen werden, soweit dies geht, in Rechenblättern zusammengefasst, die die einzelnen Subsysteme widerspiegeln.

2 GAS-EM, Version 6, Structure and terminology

2.1 Structure

GAS-EM makes use of a mass flow concept which is illustrated in **Figure 1**. As far as possible, calculations are grouped in calculation files which reflect the single subsystems shown in this graph.

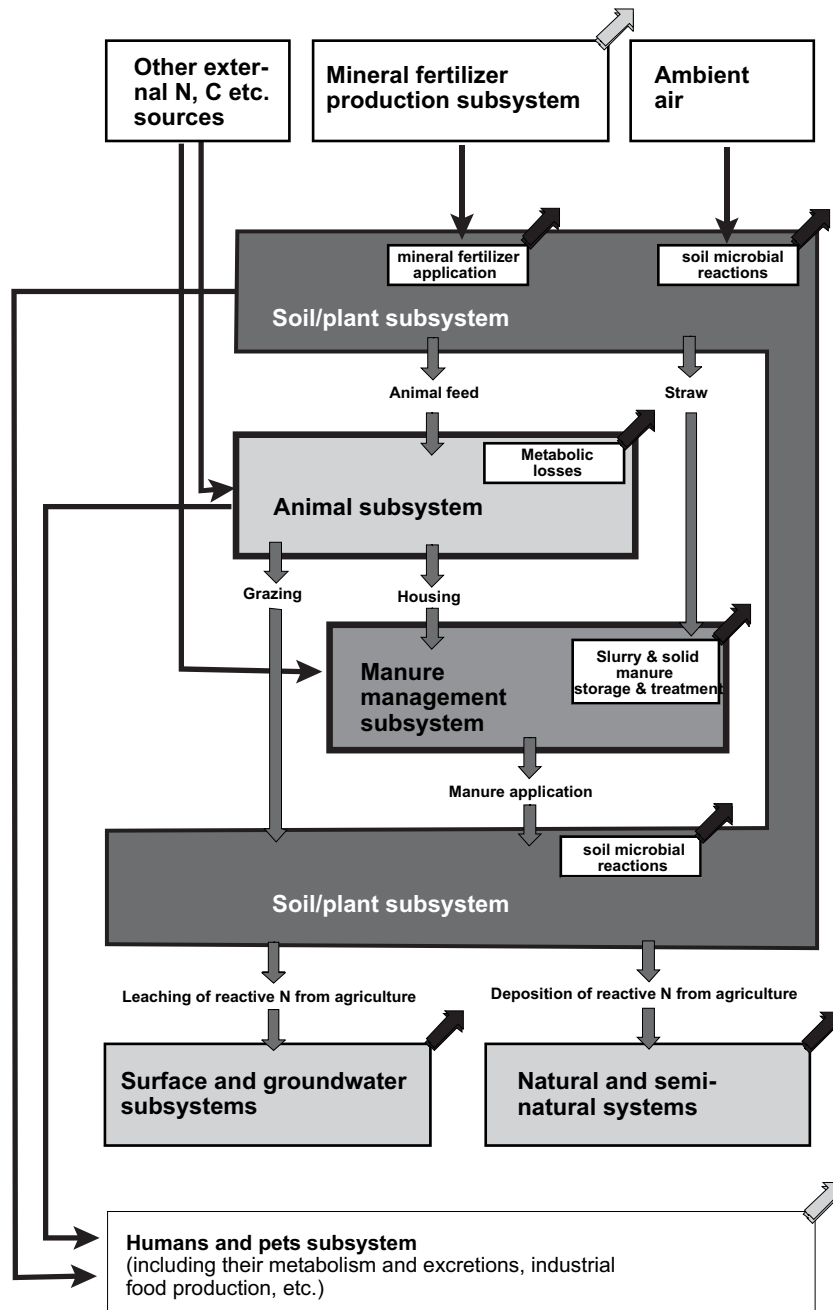


Figure 1: Mass flows considered in the EMEP/CORINAIR Guidebook Chapter 10 (Agriculture): Thin black arrows: mass flow between external sources and sinks and the agricultural subsystems; broad black arrows: emissions to the atmosphere. Dark grey arrows: fluxes between agricultural subsystems. Light grey arrows: emissions not accounted for as agricultural emissions (Dämmgen et al., 2003).

GAS-EM ist ein modulares Tabellenkalkulationsprogramm⁴ zur Abschätzung gasförmiger Emissionen aus Tierhaltung und Ackerbau in der Landwirtschaft.

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).

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

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 Kommentare beigefügt.

Das **Eingabeblatt X_freq** enthält die Datenfelder für die Eingaben nationaler statistischer Daten, deren Umrechnung bzw. Zusammenführung zu SNAP⁵-Kategorien sowie von Emissionsfaktoren (einfache und detaillierte Methode). Eingabefelder sind farbig gekennzeichnet. 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 Angaben.

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 der Eingabe- und der Ausgabeblatt lassen sich aus Datenbanken einlesen bzw. in sie einlesen.

Die **Rechenblätter** verrechnen die Input-Daten und enthalten alle Rechenschritte. In einigen Fällen sind für C- und N-Spezies getrennte Rechenblätter angelegt (**X_C_cal** und **X_N_cal**)

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

GAS-EM is a programme to estimate gaseous emissions from animal and arable agriculture.

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) guidebook.

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

For each type of emitter a calculation file containing a title sheet, one input sheet for activity data and thier 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 **input sheet X_freq** contains the cells for the input of the respective national or regional statistical data, their transformation or assembly to SNAP⁵ categories, relevant emission factors (simpler and detailed methodologies). Input cells are distinguished by their colours. Wherever frequency distributions must add up to 100 %, a control cell indicates errors in the data input.

The **input sheet X_exp** contains the information needed to derive emission factors or functions.

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. In some cases, separate sheets are provided for C and N species (**X_C_cal** and **X_N_cal**)

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

⁴ This programme was established under Excel 97.

⁵ SNAP: Selected Nomenclature for Air Pollutants, (EMEP BNPA-1, see footnote 6)

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

Sind statistische Daten nicht direkt verfügbar, so werden Angaben gemacht, wie die benötigten Daten aus anderen vorhandenen Daten abgeleitet werden können.

2.2 Einheiten und Symbole

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

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

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

Entgegen anderen, nicht SI-konformen Gepflogenheiten werden verwendet

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

Die Erläuterungen zu Einheiten werden nach den Einheiten angegeben, also

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

2.3 Der Begriff „Emissionen“

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.

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

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

If statistical data is not directly available from official sources, suggestions are made how to derive it from other existing data.

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.

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

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

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

- a year
- ha hectare
- Mg Megagramme (t can be used if adequate)
- Gg Gigagramme (kt is avoided)
- Tg Teragramme (million t is avoided)
- The unit dt (deciton) is not used.

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

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

2.3 The term “emissions”

Strictly spoken, the term “emission” denotes the process of transferring matter from an 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

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 used at present to assess emission rates and emission rate densities are usually not following the standards, and they are inconsistent.

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 allerdings erst im kommenden Jahr möglich.

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 RAUMIS 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 sie die Werte als Nullen angesehen.

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 Tab. 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 2003 beschrieben werden können.

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.

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.
- 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.

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

EMEP/CORINAIR (2000) regard only emissions from arable and animal agriculture itself 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 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 2003).

Unterschieden werden dabei die

- „**einfacheren Verfahren**“ („simpler methodologies“), die sich auf statistische Größen und mittlere Emissionsfaktoren („default emission factors“) stützen,
- „**verbesserte Verfahren**“ („improved methodologies“), die sich zumindest teilweise auf gemessene oder berechnete Ausgangsgrößen (sowohl auf „activities“ als auch auf „emission factors“) beziehen, und
- „**detaillierte Verfahren**“ („detailed methodologies“), die den Gesamtprozess in seine Teilprozesse und die Gesamtpopulation (z.B. „all other cattle“) in Teilpopulationen (Mutterkühe, Mastrinder, Kälber) aufzulösen gestatten.
- 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.

We distinguish between

- **“simpler methodologies”**, which combine statistical data directly with mean emission factors (“default emission factors”),
- **“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).
- In some cases, **first estimates** are made. They are to provide an estimation of the order of magnitude of emissions where the data base is still inadequate.

Table 1: Classification of activities according to EMEP/CORINAIR (2000) and their attribution to SNAP

		SNAP	NH ₃	N ₂ O	NO	CH ₄	NM VOC	CO ₂
Cultures with fertilizers	Emissions from fertilizer N applied	10 01 00	S, D	S	S		[FE]	
	Organic soils	10 01 00		S				
	Arable and grassland soils	10 01 00				S ¹		
Cultures without fertilizers	Biological N fixation	10 02 00	S	D	D			
	Animal grazing	10 02 00	S	I	I			
	Crop residues	10 02 00		S, I	S, I			
	Indirect emission from deposition	10 02 00		S				
	Indirect emission from leached N	10 02 00		S				
Stubble burning	10 03 00							
Natural grasslands and other vegetation	Natural grasslands, crops	11 04 01						
Enteric fermentation	Dairy cows	10 04 01				I		
	Other cattle	10 04 02				S		
	Sheep	10 04 03				S		
	Pigs	10 04 04				S		
	Horses	10 04 05				S		
Manure management Regarding Organic Compounds	Dairy cows	10 05 01				D	FE	
	Other cattle	10 05 02				D	FE	
	Fattening pigs	10 05 03				D	FE	
	Sows	10 05 04				D	FE	
	Sheep	10 05 05				D	FE	
	Horses	10 05 06				S		
	Laying hens	10 05 07				S	FE	
	Broilers	10 05 08				S	FE	
	Other poultry	10 05 09				S		
	Fur animals	10 05 10						
Pesticides and Limestone	Pesticides and liming	10 06 00					S	S
Manure management Regarding Organic Compounds	Dairy cows	10 09 01	S, D	S	S			
	Other cattle	10 09 02	S, D	S	S			
	Fattening pigs	10 09 03	S, D	S	S			
	Sows	10 09 04	S, D	S	S			
	Sheep	10 09 05	S, I	S	S			
	Horses	10 09 06	S, D	S	S			
	Laying hens	10 09 07	S, I	S	S			
	Broilers	10 09 08	S, I	S	S			
	Other poultry	10 09 09	S, I	S	S			
	Fur animals	10 09 10	S					
Aerosols	10 10 00							

S: Simpler methodology available, **D:** detailed methodology available, **FE:** first estimate, **I:** improved methodology available. Letters in brackets (e.g. **[S]**) indicate that a methodology is available outside EMEP.

¹ Agricultural soils are sinks for CH₄. Hence the deposition is calculated.

4 Bestimmung von Emissionsfaktoren und Emissionsraten

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

Einführung

Gedüngte landwirtschaftliche Nutzflächen umfassen

- Dauerkulturen
- Ackerland
- Gartenland
- Gedüngtes Grünland

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

4.1.1 Mineraldüngeranwendung

4.1.1.1 Aktivitätsdaten

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 **Table 2** den SNAP-Bezeichnungen zugeordnet.

Table 2: Attribution of German national classes of N fertilizers to SNAP categories

<i>German classification in 1994 and thereafter</i>	<i>SNAP 100100</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 Ammonsalpeter-sorten und Kalkstickstoff	Ammonium nitrate

Statistische Daten ⁶

StatBA FS 4, R 8.2 für jedes Jahr

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 Bundes-

4 Assessment of Emission Factors and Emission Rates

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

Introduction

Fertilized agricultural areas comprise

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

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

4.1.1 Application of Mineral Fertilizers

4.1.1.1 Activity data

German statistics give the amount of fertilizers sold. Assuming that the change of fertilizers stocked is small compared with the amount of fertilizers sold; we take the amount of fertilizer sold as 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 2**.

Statistics ⁶

StatBA FS 4, R 8.2 for each year

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

⁶ 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. 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].

länder 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 Emissionsfaktoren

Ammoniak:

Detailliertes Verfahren:

EMEP(2003)-B1010-18 für die jeweilige Region B ($6\text{ °C} < t_s < 13\text{ °C}$). Angaben und Karte hierzu siehe Kap. 6.1.

Distickstoffoxid (Lachgas):

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-14

Stickstoffmonoxid:

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-15

Distickstoff

Einfacheres Verfahren:

Die Abschätzung der Emission von Distickstoff ist eine Voraussetzung zur Berechnung der in den Boden gelangenden Stickstoff-Menge, die für die Berechnung der indirekten Emissionen aus Auswaschung benötigt wird. Der Emissionsfaktor wird aus dem üblicherweise beobachteten Verhältnis von N_2 zu N_2O-N abgeleitet, etwa 7 bis 8 kg kg^{-1} beträgt (Rolston 1978; Walenzik 1996, Smil 1999, und dort zit. Lit.; 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 stimmen mit anderen aus der neueren Literatur überein (vgl. Oura et al. 2001).

Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe

Erste Schätzung:

EMEP(2003)-B1010-16 gibt Hinweise auf ein Verfahren zur Abschätzung von NMVOC-Emissionen, das hier versuchsweise eingesetzt wird.

4.1.1.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls⁷

4.1.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

various fertilizer types.

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

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

4.1.1.2 Emission factors

Ammonia:

Detailed methodology:

EMEP(2003)-B1010-18, for the climatic region B ($6\text{ °C} < t_s < 13\text{ °C}$). For details and a map see chapter 6.1.

Nitrous oxide:

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-14

Nitric oxide:

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-15

Di nitrogen

Simpler methodology

The assessment of dinitrogen emissions is a prerequisite for the calculation of the amount of nitrogen transferred to the soils, which again is needed to determine indirect emissions due to leaching. The emission factor for N_2 is derived from the emission ratio normally observed for N_2 and N_2O-N , i.e. between 7 and 8 kg kg^{-1} (Rolston 1978; Walenzik 1996, Smil 1999, und literature cited therein; Cai et al. 2001; 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 factors used is $0,1\text{ kg kg}^{-1}\text{ N}$. It agrees with those mentioned in the recent publications (see Oura et al. 2001).

Non-Methane Volatile Organic Compounds

First estimate

EMEP(2003)-B1010-16 provides data to estimate NMVOC emissions from a selection of crops. This method is applied temporarily.

4.1.1.3 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.1.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

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

4.1.2 Wirtschaftsdüngeranwendung

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

4.1.2.2 Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid (Lachgas):

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-14

Stickstoffmonoxid:

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1010-15

4.1.2.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls⁸

4.1.2.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.3 Bewirtschaftete organische Böden (ehem. Hochmoorflächen)

4.1.3.1 Aktivitätsdaten

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

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

Eine zutreffendere Datenbasis wurde durch Verwendung der deutschen Bodenübersichtskarte und von Landnutzungsdaten für das Jahr 2001 gewonnen. Einzelheiten sowie eine Karte der Verteilung der Flächen sind in Kap. 6.2 angegeben.

4.1.2 Manure Application

4.1.2.1 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 NH₃, N₂O, NO and N₂.

4.1.2.2 Emission factors

Nitrous oxide:

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-14

Nitric oxide:

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-15

4.1.2.3 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.2.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.1.3 Histosols

4.1.3.1 Activity data

The area of cultivated histosols is not officially recorded at present (cf Dämmgen and Grünhage, 2002). FAO (1991) as cited in IPCC-3-4.93 does not provide data for Germany. JRC-SRI (2000) name areas of 0·10³ ha for arable land and 316·10³ ha for grassland.

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

In an attempt to get better data, the German soil map and land use map were used to derive the relevant areas for 2001. Details and the resulting map are given in chapter 6.2.

⁸ The file number denotes the EMEP/CORINAIR Guidebook SNAP to which it is attributed, and number the respective version. For SNAPs 10 04 (enteric fermentation), 10 05 and 10 09 (manure management) the file name is an acronym derived from the animal category [e.g. dairy cattle: DC].

4.1.3.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:
Berechnung nach EMEP(2003)-B1010-14 unter Verwendung des Emissionsfaktors nach IPCC (2000) von $8 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

4.1.3.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.3.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, Daten nur für 1 Jahr

4.1.4 Methan-Deposition

4.1.4.1 Aktivitätsdaten

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

4.1.4.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:
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.

4.1.4.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.4.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.5 Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe aus landwirtschaftlichen Nutzpflanzen

4.1.5.1 Aktivitätsdaten

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

4.1.3.2 Emission factors

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

4.1.3.3 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.3.4 Resolution in space and time

federal states, data for 1 single year available

4.1.4 Methane Deposition

4.1.4.1 Activity data

Area under cultivation: StatBA FS 3, R 3.2.1 (arable land, permanent grassland), for each year

4.1.4.2 Emission factors

Simpler methodology: EMEP-B1010-11
EMEP(2003)-B1010-16 provisionally recommends the use of an “emission factor” of $-0.5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. A literature review by Boeckx and Van Cleemput (2001) however 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.

4.1.4.3 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.4.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.1.5 Non-Methane Volatile Organic Compounds from agricultural plants

4.1.5.1 Activity data

Area under cultivation: StatBA FS 3, R 3.2.1 (arable land, permanent grassland), for each year

4.1.5.2 Emissionsfaktoren

Erste Schätzung:

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

Um die Größenordnung der Emissionen insgesamt besser abschätzen zu können, wurde vorläufig der Emissionsfaktor für Weizen auch auf Roggen, Gerste und Triticale angewendet.

4.1.5.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.5.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

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

4.2.1 Biologische N-Fixierung: Leguminosenanbau

Biologische N-Fixierung findet in nennenswertem Umfang nur durch Leguminosen statt.

4.2.1.1 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: $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$,
- Klee, Klee-Gras- und Klee-Luzerne-Gemischen: $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$
- Luzerne: $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

4.2.1.2 Emissionsfaktoren

Detailliertes Verfahren: EMEP(2003)-B1020-12
Die Emissionsfaktoren betragen

$\text{NH}_3\text{-N}$: $0,01 \text{ kg kg}^{-1}$, EMEP(2003)-B1020-12
 $\text{N}_2\text{O-N}$: $0,0125 \text{ kg kg}^{-1}$, IPCC(1996)-4.92
 NO-N : $0,007 \text{ kg kg}^{-1}$, EMEP(2003)-B1020-11

4.2.1.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.1.5.2 Emission factors

First estimate:

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

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.

4.1.5.3 Calculation file

GAS_EM\1001_7.xls

4.1.5.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

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

4.2.1 Biological N Fixation: Legumes

Biological N fixation worth considering takes place in legumes only.

4.2.1.1 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: $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$,
- Clover, grass clover and clover alfalfa mixtures: $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$
- Alfalfa: $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ N}$.

4.2.1.2 Emission factors

Detailed methodology: EMEP(2003)-B1020-12
The emission factors used are

$\text{NH}_3\text{-N}$: 0.01 kg kg^{-1} , EMEP(2003)-B1020-12
 $\text{N}_2\text{O-N}$: $0.0125 \text{ kg kg}^{-1}$, IPCC(1996)-4.92
 NO-N : 0.007 kg kg^{-1} , EMEP(2003)-B1020-11

4.2.1.3 Calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.1.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.2.2 Auf der Weide verbleibende tierische Ausscheidungen

4.2.2.1 Aktivitätsdaten

NH₃-Emissionen aus Ausscheidungen beim Weidegang werden unter SNAP 10 09 für jede Tierkategorie berechnet.

N₂O-Emissionen aus Ausscheidungen beim Weidegang werden aus der nach der Ausbringung verbliebenen N-Menge (aus SNAP 10 09 für jede Tierklasse) berechnet.

4.2.2.2 Emissionsfaktoren

N₂O und NO: EMEP(2003)-B1020-9 (0,02 kg kg⁻¹ N)

N₂: In Übereinstimmung mit den Proportionen bei der Berechnung der Emissionen aus Mineraldüngern wurde auch hier die 7fache Menge angesetzt (0,14 kg kg⁻¹ N)

4.2.2.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.2.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.2.3 Ernterückstände

4.2.3.1 Aktivitätsdaten

N₂O-, NO- und N₂-Emissionen werden aus den 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: Heyland (1996), Faustzahlen (1993), Körschens (1993)

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

4.2.2 Excreta from Grazing Animals Returned to the Soil

4.2.2.1 Activity data

NH₃ emissions from waste excreted during grazing are dealt with under SNAP 10 09 for each animal category.

N₂O emissions from animal waste excreted during grazing are obtained from the total N amount left after spreading (according to SNAP 100500 for each animal category).

4.2.2.2 Emission factors

N₂O and NO: EMEP(2003)-B1020-9 (0,02 kg kg⁻¹ N)

N₂: In accordance with the proportions used for the calculation of the emissions from mineral fertilizers, a 7fold amount was assumed (0.14 kg kg⁻¹ N)

4.2.2.3 Calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.2.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.2.3 Crop Residues

4.2.3.1 Activity Data

N₂O, NO and N₂ emissions are calculated from 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: Heyland (1996), Faustzahlen (1993), Körschens (1993)

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

4.2.3.2 Emissionsfaktoren

Distickstoffoxid:

Default: IPCC(1996)-4-93 bzw. EMEP(2003)-1020-9

Stickstoffmonoxid:

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-1020-11

4.2.3.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.3.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.2.4 Indirekte Emissionen aus Depositionen von reaktivem N aus der Landwirtschaft

4.2.4.1 Aktivitätsdaten

Die einfachere Methode berechnet die Menge des ausgeschiedenen N nach IPCC-3-4.105 bzw. EMEP-B1050-28.

Die verbesserte Methode verwendet die in EMEP- B10 01, -B10 02 und -B10 09 berechneten Emissionen (ähnlich verfährt die Schweiz mit IULIA, Schmidt et al. 2000).

4.2.4.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1020-10

4.2.4.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.4.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

4.2.5 Indirekte Emissionen aus ausgewaschenem und abgeflossenem N aus der Landwirtschaft

Das einfachere Verfahren ermittelt die N₂O-Emissionen gemäß

$$E_{N_2O} = (F_{\text{man}} + F_{\text{NF}} + F_{\text{fert}}) \cdot f_{\text{leach}} \cdot EF_{\text{leach}} \cdot \frac{44}{28}$$

where E_{N_2O} emission rate of N₂O
 F_{man} N input with slurry and manure (from 10 09)
 F_{NF} N input from nitrogen fixation
 F_{fert} N input with mineral fertilizers (from 10 01)
 f_{leach} share of N liable to leaching and run off (30 %)
 EF_{leach} emission factor for N from leaching and run off

4.2.3.2 Emission factors

Nitrous oxide:

Default: IPCC(1996)-4-93 and EMEP(2003)-1020-9

Nitric oxide:

Simpler methodology: EMEP(2003)-1020-11

4.2.3.3 Calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.3.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.2.4 Indirect Emissions from Depositions of Reactive N Stemming from Agriculture

4.2.4.1 Activity data

The simpler methodology assesses the losses of reactive N in accordance with IPCC-3-4.105 bzw. EMEP- B1050-28.

The improved methodology makes use of the amounts of reactive N emitted as calculated under EMEP- B1010, -B1020 and -B1050. (The same procedure is applied by Switzerland, e.g., in IULIA, see Schmidt et al. 2000.)

4.2.4.2 Emission factors

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1010-10

4.2.4.3 calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.4.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

4.2.5 Indirect emissions from leached and run off N stemming from agriculture

The simpler methodology calculates N₂O emissions according to

4.2.5.1 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 Kap. 4.2.1.1.

Mineraldünger:

Die eingesetzten Mineraldünger-Mengen werden aus SNAP 10 01 übernommen.

4.2.5.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren: IPCC(1996)-4.104

4.2.5.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.5.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, 1 Jahr

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.

4.4 Methan-Emissionen aus der Tierhaltung (Verdauung) (SNAP 100400, NFR 4A)

Vorbemerkung zu den in den Kap. 4.4, 4.5 und 4.9 verwendeten Aktivitätsdaten

Tierzählungen werden in Deutschland im Regelfall in jedem zweiten Jahr durchgeführt. Im Jahr 1999 wurde die Zählung erstmals im Mai durchgeführt, in den Vorjahren im Dezember. Tierzahlen aus Zählungen auf Kreisebene sind daher in den Jahren 1990, 1992, 1994, 1996, 1999 und 2001 verfügbar. Wir verwenden diese Daten zur detaillierten Berechnung der Emissionen Ableitung der jeweiligen Jahre, ferner zur Bestimmung von gewichteten Emissionsfaktoren für einzelne Länder. Wir verwenden diese Tierzahlen auch für das Folgejahr, solange keine offiziellen Zwischenwerte vorliegen.

4.2.5.1 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.

4.2.5.2 Emission factors

Simpler methodology: IPCC(1996)-4.104

4.2.5.3 Calculation file

GAS_EM\1002_2.xls

4.2.5.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

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 Enteric Fermentation (Methane emissions from enteric fermentation of agricultural animals) (SNAP 100400, NFR 4A)

Preliminary Remarks Concerning the Activity Data Used in Chapters 4.4, 4.5 and 4.9

In Germany, a national census to assess animal numbers is carried out every second year. However, in 1999 the census date changed from December to May. Thus, animal numbers with a resolution in space of rural districts (Landkreise) are available for 1990, 1992, 1994, 1996, 1999, and 2001. Detailed inventories are provided for these years only. The detailed data set is used to derive weighted mean emission factors for each federal state. As a rule, the complete data sets are used in the following year, whenever official intermediate data are missing.

In den Jahren ohne Zählung werden aus Stichproben Zwischenwerte für Rinder und Schweine auf Länderebene veröffentlicht. Sobald diese Zahlen publiziert sind, werden die verwendeten Tierzahl-Dateien aktualisiert.

Die Daten zu den Häufigkeitsverteilungen für die Fütterung, von Haltungformen (Anteile Weidehaltung / Stallhaltung; Anteile von Aufstallungsformen, Lagerungsformen und Ausbringungstechniken bei Wirtschaftsdüngern) wurden mit Hilfe des Agrarsektormodells RAUMIS (**R**egionalisiertes **A**grar- und **U**mweltinformationssystem für Deutschland) gewonnen, das am Institut für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume der FAL betrieben und weiterentwickelt wird⁹.

Datengrundlage sind

- die nationalen Fachstatistiken auf sektoraler und Kreisebene
- KTBL-Daten
- Normdaten zur Beschreibung der Produktionsverfahren
- Daten der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung
- Sonderauswertungen des BML (Bestandsgrößenklassenverteilung)
- Befragungsdaten

Bei fehlenden statistischen Datengrundlagen wird Expertenwissen in die Modellformulierung einbezogen.

Die Häufigkeitsverteilungen werden alle vier Jahre im Rhythmus der Bodennutzungshaupterhebung (1991, 1995, 1999) 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).

Die Daten zur Beschreibung der Umfänge der Tierbestände bauen auf Tierzählung 1992 auf Kreisebene auf, mit Korrekturfaktoren wurden die Daten an die Tierzahlen der Länderstatistik 1990 angepasst. In den neuen Ländern wurden die Ausgangsdaten auf Kreisebene von 1989 zu den Beständen 1990 korrigiert¹⁰. Zudem wurden in den Neuen Bundesländern die Tierzahlen auf die aktuelle Kreisabgrenzung im Jahr 1999 umgerechnet. Dies dürfte, da in den Kreisreformen 1993-95 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).

In years without census, sample surveys are carried out to establish intermediate data for cattle and pigs. As soon as these data are published, they replace the figures from the previous year.

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**egionalisiertes **A**grar- und **U**mweltinformationssystem 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 FAL⁹.

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 BML
- data obtained from surveys

Whenever statistical data are missing, expert judgements are used to establish the model.

The frequency distributions are calculated for those years where a general land use census (Bodennutzungshaupterhebung) is available, i.e. for 1991, 1995 and 1999. These distributions are applied to the years preceding or subsequent years (1991 for 1990 to 1993; 1995 for 1994 to 1998; 1999 for 1999 to 2002).

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 corection factors. In the New Länder, basic data describing districts in 1989 were corrected with respect to the situation in 1990¹⁰. 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.

⁹ For an introduction see Weingarten (1995), for a detailed description see Henrichsmeyer et al. (1996).

¹⁰ These data are part of the model system RAUMIS and are based on a comprehensive project to model agriculture in the New Länder.

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), Kap. 2.

4.4.1 Milchkühe

„Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

4.4.1.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.4.1.2 Emissionsfaktoren

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. Im Hinblick auf die Tatsache, dass die dem Emissionsfaktor zugrunde liegenden Annahmen für Deutschland nicht zutreffen, wurde versucht, regressionsbasierte Ansätze zu verwenden, die die Leistungsverteilung und die Ernährung der Tiere in Deutschland wiedergeben (Lebzien und Dämmgen, 2003, siehe Kap. 6.3). Hierbei ergab sich keine befriedigende Lösung. Die durch Daten gestützte Lösung ist jedoch ein Schritt in Richtung auf zutreffende Emissionen. Der Regressionsansatz wird für dieses Inventar auf Milchkühe angewandt. Es hat den Status eines verbesserten Verfahrens und wird als vorläufige Näherung angesehen.

4.4.1.2.1 Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-4.11 für Westeuropa

4.4.1.2.2 Verbessertes Verfahren

Kirchgessner et al. (1991b) geben zwei Regressionsbeziehungen an, mit denen CH₄-Emissionen als Funktion der Milchleistung und der Fütterung geschätzt werden können, nämlich:

$$E_{\text{CH}_4} = \alpha \cdot (\beta + \gamma \cdot Y + \delta \cdot w^{0.75})$$

with (A) feeding diet based on dried grass
 (B) feeding diet based on maize silage

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.

4.4.1 Dairy Cows

“Dairy cows” comprise lactating cows and cows in calf.

4.4.1.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.4.1.2 Emission factors

The EMEP/CORINAIR (2000) simpler methodology is taken over from IPCC (1996). The present data availability in Germany does not allow the application of the detailed methodology described in IPCC (1996). With regard to the fact that the default values cannot be applied to the German situation, a regression based approach was used temporarily, which depicts animal performance and nutrition (Lebzien and Dämmgen, 2003, see chapter 6.3). None of the equations which can be related to German data is satisfactory. The one regression which can make use of the German data sets is less wrong than the default approach and is considered a first step towards a better solution. It is applied to the inventory for dairy cows and considered to be an improved methodology and a provisional approximation.

4.4.1.2.1 Simpler methodology

IPCC(1996)-4.11, data for Western Europe

4.4.1.2.2 Improved methodology

Kirchgessner et al. (1991b) provide two regression equations which relate CH₄ emissions to milk yield and feed composition:

where E_{CH_4} methane emission in g animal⁻¹ a⁻¹ CH₄
 α 365 d a⁻¹
 β constant A: $\beta = 55$ g animal⁻¹ d⁻¹ CH₄
 B: $\beta = 26$ g animal⁻¹ d⁻¹ CH₄
 γ factor A: $\gamma = 4.5$ g kg⁻¹
 B: $\gamma = 5.1$ g kg⁻¹
 Y milk yield (kg animal⁻¹ d⁻¹)
 δ factor A: $\delta = 1.2$ g kg^{-0.75} animal^{-0.25} d⁻¹ CH₄
 B: $\delta = 1.8$ g kg^{-0.75} animal^{-0.25} d⁻¹ CH₄
 w live weight (kg animal⁻¹)

Die Anwendung der Gleichungen unterschätzt wahrscheinlich die Emissionen (vgl. Kap. 6.2 und Bertilsson, 2002).

Da flächendeckende Daten zum Körpergewicht nicht vorlagen, wurde eine enge Beziehung gesucht, mit deren Hilfe sich das Körpergewicht aus anderen leistungsbezogenen Daten berechnen lässt. Es zeigte sich, dass der Zusammenhang zwischen dem Verhältnis von Milchleistung zu Lebendgewicht einerseits und der Milchleistung andererseits signifikant ist. Abb. 2 gibt den Zusammenhang wieder, wie er aus Wertepaaren gewonnen wurden, die im Zusammenhang mit der Beschreibung von Experimenten mit Milchkühen für die Kontrollgruppen gewonnen wurden (Daten aus Jentsch et al., 1979, 1972; Schiemann et al., 1972; Dennhöfer, 1988; Süphke, 1988; Jenkins et al., 1998; Bargo et al., 2001; Hermansen und Kristensen, 1993; Maierhofer et al., 1993; Kirchgessner et al., 1992; Preissinger et al., 1997, 1998; Birkenmaier et al., 1996; Yan et al., 2000; Beaver et al., 2000; Mills et al., 2001, IPCC(1996)-4.11 und 4.31).

Die folgende Beziehung wurde für die Berechnungen des NIR 2004 zugrunde gelegt:

$$w = \frac{1}{a + b \cdot Y} \cdot Y$$

where w live weight kg animal⁻¹
 a constant (1.5177 kg kg⁻¹ a⁻¹)
 b constant (0,01477 kg⁻¹ a⁻¹)
 Y milk yield (kg animal⁻¹ a⁻¹ milk)

Für die Anwendung wird in Analogie zur Berechnung der Stickstoff-Ausscheidungen die mittlere Futterzusammensetzung aus Modelldaten (RAUMIS) gewonnen (siehe ausführlich in 4.9.1.1).

4.4.1.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\DC03.xls

4.4.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

The application of these equations is likely to underestimate CH₄ emissions (see chapter 6.2 and Bertilsson 2002).

As comprehensive data sets for animal weight were not available, a close relation was needed to deduce animal weight from performance data. It could be shown that the ratio of milk yield to live weight depends significantly on milk yield. Fig. 2 illustrates the relation which was found when relating the respective informations from a series of data obtained from the control groups in animal nutrition experiments (data sets from: Jentsch et al., 1979, 1972; Schiemann et al., 1972; Dennhöfer, 1988; Süphke, 1988; Jenkins et al., 1998; Bargo et al., 2001; Hermansen und Kristensen, 1993; Maierhofer et al., 1993; Kirchgessner et al., 1992; Preissinger et al., 1997, 1998; Birkenmaier et al., 1996; Yan et al., 2000; Beaver et al., 2000; Mills et al., 2001, IPCC(1996)-4.11 und 4.31).

For the NIR 2004, the following calculations were used:

In analogy to the calculation of the nitrogen excretion, the mean feed composition is derived from model data (RAUMIS). For details see also 4.9.1.1.

4.4.1.3 Calculation file

GAS_EM\DC03.xls

4.4.1.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

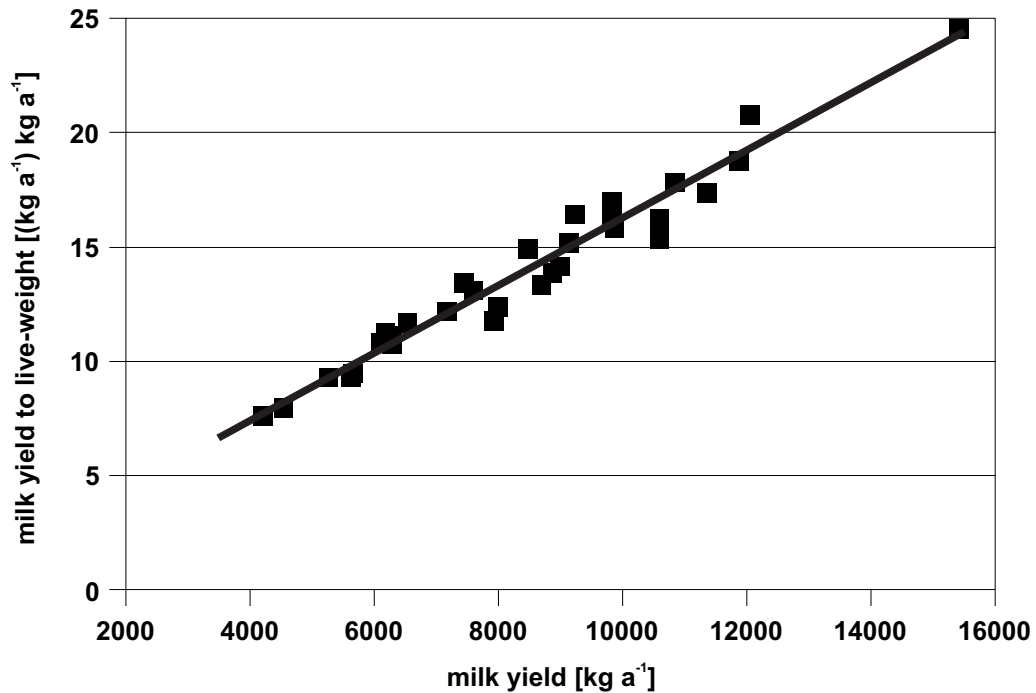


Figure 2: Correlation between milk yield and the ratio between milk yield and live-weight as derived from literature data. $R^2 = 0.96$. For details see text.

4.4.2 Andere Rinder

“Andere Rinder” fasst Kälber, Mastrinder und Mutterkühe zusammen.

4.4.2.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.4.2.2 Emissionsfaktoren

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.

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-4.39 ff für Westeuropa

4.4.2.3 Arbeitsmappen

Kälber: GAS_EM\CA01.xls
 weibliche Mastrinder: GAS_EM\FBF01.xls
 männliche Mastrinder: GAS_EM\MBF01.xls
 Mutterkühe: GAS_EM\SC01.xls

4.4.2.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.2 Other Cattle

“Other cattle” comprises calves, beef cattle and suckling cows.

4.4.2.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.4.2.2 Emission factors

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.

Simpler methodology

IPCC(1996)-4.39, data for Western Europe

4.4.2.3 Calculation files

calves: GAS_EM\CA01.xls
 female beef cattle: GAS_EM\FBF01.xls
 male beef cattle: GAS_EM\MBF01.xls
 suckling cows: GAS_EM\SC01.xls

4.2.2.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.4.3 Schafe und Ziegen

4.4.3.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen für Ziegen werden in der deutschen Agrarstatistik nicht erfasst. Hinweise auf die Größenordnung der Tierzahlen sind verfügbar. Demnach stehen etwa 165.000 Ziegen rund 2.700.000 Schafen gegenüber (Nationales Fachprogramm 2003). Die Anzahl der Ziegen werden als vernachlässigbar gegenüber der Anzahl der Schafe angesehen.

Tierzahlen Schafe: StatLA C III 1 – vj 4

4.4.3.2 Emissionsfaktoren

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.

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-4.10

4.4.3.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\SH01.xls

4.4.3.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.4 Schweine

4.4.4.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.4.4.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-4.42 ff für entwickelte Länder

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.

4.4.4.3 Arbeitsmappen

Mastschweine: GAS_EM\FP01.xls

Sauen: GAS_EM\SOW01.xls

4.4.4.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.4.3 Sheep and Goats

4.4.3.1 Activity data

Animal numbers for goats are not included in the German agricultural statistics. However, the order of magnitude of the number of goats, approx. 165,000 (in contrast to 2,700,000 sheep) can be deduced from Nationales Fachprogramm (2003). For this inventory, in comparison with the number of sheep, the number of goats is regarded negligible.

Animal numbers for sheep: StatLA C III 1 –vj 4

4.4.3.2 Emission factors

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.

Simpler methodology

IPCC(1996)-4.10

4.4.3.3 Calculation file

GAS_EM\SH01.xls

4.2.3.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.4.4 Pigs

4.4.4.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

4.4.4.2 Emission factors

Simpler methodology

IPCC(1996)-4.42, data for developed countries

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.

4.4.4.3 Calculation files

fattening pigs: GAS_EM\FP01.xls

sows: GAS_EM\SOW01.xls

4.4.4.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.4.5 Pferde (einschl. Esel und Maultiere)

4.4.5.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Erfasst werden lediglich diejenigen Pferde, die in den landwirtschaftlichen Statistiken ausgewiesen werden. Zu den prinzipiellen Fehlern bei den Tierzahlen für landwirtschaftliche Pferde siehe Kap. 6.4

Esel und Maultiere werden in den offiziellen Statistiken nicht erfasst. Die Zahl der in Deutschland gehaltenen Tieren beläuft sich derzeit auf etwa 6000 bis 8000 Esel und 500 Maultieren und Maulesel (Deutsches Eselstambuch, 2003, Privatmitteilung).

4.4.5.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren

IPCC(1996)-4.10

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.

4.4.5.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\HOR01.xls

4.4.5.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5 Emissionen aus der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren und der Lagerung und der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern — I. Emissionen organischer Verbindungen (SNAP 100500, NFR 4B)

Die Emissionen kohlenstoffhaltiger Spezies aus dem Wirtschaftsdünger-Management mit Ausnahme von Kohlenstoffdioxid sind in SNAP 10 05 00 zusammengefasst.

Die Änderungen gegenüber dem Inventar des vergangenen Jahres (Dämmgen et al. 2002) umfassen die probeweise Aufnahme von flüchtigen organischen Verbindungen und die Berechnung von Methan-Emissionen nach dem Stoffflussschema in Abb. 3.

Die Durchführung des Verfahrens setzt die Kenntnis der ausgeschiedenen Mengen an „volatile organic solids“ voraus. Hierfür sind in Deutschland keine Angaben verfügbar. Stattdessen werden vorläufig die jeweiligen default values aus IPCC(1996)-4.39 ff benutzt.

4.4.5 Horses (Including Mules and Asses)

4.4.5.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

Only those horses which are reported in the agricultural census are considered. For a major bias concerning these horse numbers in German statistics see also chapter 6.4.

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 Eselstambuch, 2003, private communication).

4.4.5.2 Emission factors

Simpler methodology

IPCC(1996)-4.10

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.

4.4.5.3 Calculation file

GAS_EM\HOR01.xls

4.4.5.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.5 Emissions from housing, manure storage and spreading in animal agriculture. — I. Emissions of Organic Compounds (SNAP 100500, NFR 4B)

The emissions of carbon containing species (excluding carbon dioxide) from manure management systems are compiled in SNAP 10 05 00.

In addition to the previous inventory (Dämmgen et al. 2002), volatile organic compounds (non-methane hydrocarbons) are calculated (first estimate). In principle, the assessment of methane emissions follows the mass flow approach illustrated in Fig. 3.

However, a comprehensive treatment presupposes the knowledge of the amount of “volatile organic solids” excreted. At present, no data are available for Germany. In a first approach, the default data provided in IPCC(1996)-4.39 are used.

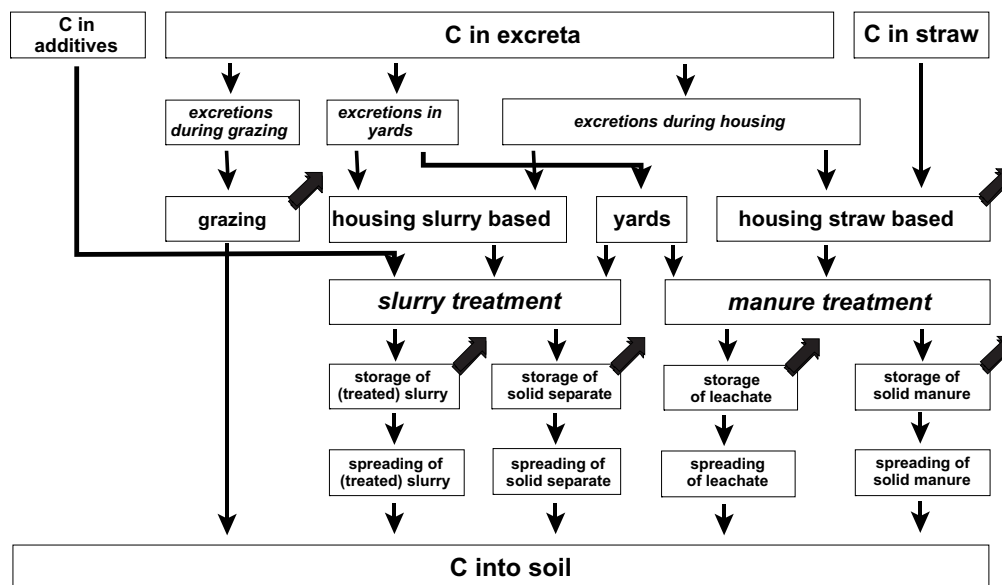


Figure 3: Carbon pools and pathways considered in the calculation files. Vertical black arrows indicate the fluxes between pools, slant black arrows the respective emissions.

4.5.1 Milchkühe (SNAP 10 05 01, NFR 4B1a)

„Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

4.5.1.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.5.1.2 Emissionsfaktoren

4.5.1.2.1 Methan

Verbessertes Verfahren:

Die Mengen an ausgeschiedenen „volatile organic solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-4.39 (Westeuropa, kalt) entnommen.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet.

4.5.1 Dairy Cows (SNAP 10 05 01, NFR 4B1a)

“Dairy cows” comprise lactating cows and cows in calf.

4.5.1.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

4.5.1.2 Emission factors

4.5.1.2.1 Methane

Improved methodology:

The amounts of “volatile organic compounds” (VS) excreted, the maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(1996)-4.39 (western Europe, cold).

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS.

4.5.1.2.2 NMVOC

Erste Schätzung:

Aus dem bei Hobbs et al. (2004) beschriebenen Verfahren wurden die für das Vereinigte Königreich ermittelten relativen Emissionsfaktoren (NMVOC-Emissionen relativ zu NH₃-Emissionen) berechnet und versuchsweise auf Deutschland angewendet. Zwischen Milchkühen und anderen Rindern wird nicht unterschieden. Die NMVOC-Emissionen werden auf die Gesamtmenge an emittiertem NH₃ bezogen.

4.5.1.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\DC03.xls

4.5.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.2 Andere Rinder (SNAP 10 05 02, NFR 4B1b)

“Andere Rinder” fasst Kälber, Mastrinder und Mutterkühe zusammen.

4.5.2.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.5.2.2 Emissionsfaktoren

4.5.2.2.1 Methan

Verbessertes Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile organic solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungs-kapazitäten (B₀) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-4.39 (Westeuropa, kalt) entnommen.

Die Verteilung der Lagerungsformen wird mit RAUMIS berechnet.

4.5.2.2.2 NMVOC

Erste Schätzung:

Siehe 4.5.1.2.2

4.5.2.3 Arbeitsmappen

Kälber: GAS_EM\CA01.xls
weibliche Mastrinder: GAS_EM\FBF01.xls
männliche Mastrinder: GAS_EM\MBF01.xls
Mutterkühe: GAS_EM\SC01.xls

4.5.2.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.1.2.2 NMVOC

First estimate:

The procedure to derive a NMVOC inventory using emission factors relative to the respective NH₃ emissions was described for the UK by Hobbs et al. (2004). The implied emission factors used in this inventory were applied to Germany. The inventory does not differentiate between dairy cows and other cattle. NMVOC emissions are related of the total amount of NH₃ emitted from animal husbandry.

4.5.1.3 Calculation file

GAS_EM\DC03.xls

4.5.1.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.5.2 Other Cattle (SNAP 10 05 02, NFR 4B1b)

“Other cattle” comprises calves, beef cattle and suckling cows.

4.5.2.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.5.2.2 Emission factors

4.5.2.2.1 Methane

Improved methodology:

The amounts of “volatile organic compounds” (VS) excreted, the maximum methane producing capacities (B₀) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(1996)-4.39 (western Europe, cold).

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS.

4.5.2.2.2 NMVOC

First estimate:

see 4.5.1.2.2

4.5.2.3 Calculation files

calves: GAS_EM\CA01.xls
female beef cattle: GAS_EM\FBF01.xls
male beef cattle: GAS_EM\MBF01.xls
suckling cows: GAS_EM\SC01.xls

4.5.2.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.5.3/4.5.4 Schweine (SNAP 10 05 03 und 10 05 04, NFR 4B8)

„Schweine“ fasst Mastschweine und Sauen zusammen.

4.5.3.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.5.3.2 Emissionsfaktoren

4.5.3.2.1 Methan

Verbessertes Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile organic solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-4.46 (Westeuropa, kalt) entnommen.

Die Verteilung der Lagerungsformen für Mastschweine wird mit RAUMIS berechnet.

Für Sauen wird angenommen, dass sie ausschließlich im Stall und auf Festmist stehen.

4.5.3.2.2 NMVOC

Erste Schätzung:

Siehe 4.5.1.2.2.

Zwischen Mastschweinen und Sauen wird nicht unterschieden.

4.5.3.3 Arbeitsmappen

Mastschweine: GAS_EM\FP01.xls

Sauen: GAS_EM\SOW01.xls

4.5.3.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.5.5 Schafe und Ziegen (SNAP 10 05 05, NFR 4B3)

4.5.5.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen für Schafe: StatLA C III 1 – vj 4; zu Tierzahlen für Ziegen siehe Kap. 4.4.3.1.

4.5.5.2 Emissionsfaktoren

4.5.5.2.1 Methan

Verbessertes Verfahren:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile organic solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungskapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-4.12 ff (entwickelte Staaten, kalt) entnommen.

4.5.3/4.5.4 Pigs (SNAP 10 05 03 and 10 05 04, NFR 4B8)

4.5.3.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.5.3.2 Emission factors

4.5.3.2.1 Methane

Improved methodology:

The amounts of “volatile organic compounds” (VS) excreted, the maximum methane producing capacities (B_0) and the conversion factors for the respective manure storage system (MCF) are taken from IPCC(1996)-4.46 (western Europe, cold).

The frequency distribution of storage systems was obtained by RAUMIS.

It is assumed that all sows are kept indoors in straw based systems.

4.5.3.2.2 NMVOC

First estimate:

See 4.5.1.2.2

There is no differentiation between fattening pigs and sows.

4.5.3.3 Calculation files

fattening pigs: GAS_EM\FP01.xls

sows: GAS_EM\SOW01.xls

4.5.3.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.5.5 Sheep and Goats (SNAP 10 05 05, NFR 4B3)

4.5.5.1 Activity data

Animal numbers for sheep: StatLA C III 1 – vj 4. For numbers of goats see chapter 4.4.3.1.

4.5.5.2 Emission factors

4.5.5.2.1 Methane

Improved methodology:

The amounts of “volatile organic compounds” (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)-4.12 (developed countries, cold).

Für alle Schafe wird ganzjährige Weidehaltung angenommen.

All sheep are taken to be grazing all year round.

4.5.5.2.2 NMVOC

4.5.5.2.2 NMVOC

Erste Schätzung:

First estimate:

Siehe Kap. 4.5.1.2.2.

See chapter 4.5.1.2.2.

4.5.5.3 Arbeitsmappe

4.5.5.3 Calculation file

GAS_EM\SH01.xls

GAS_EM\SH01.xls

4.5.5.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

4.5.5.4 Resolution in space and time

Landkreise, 1 Jahr

rural districts, 1 year

4.5.6 Pferde (SNAP 10 05 06, NFR 4B6)

4.5.6 Horses (SNAP 10 05 06, NFR 4B6)

4.5.6.1 Aktivitätsdaten

4.5.6.1 Activity data

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

Siehe Kap. 4.4.5.1

see chapter 4.4.5.1

4.5.6.2 Emissionsfaktoren

4.5.6.2 Emission factors

4.5.6.2.1 Methan

4.5.6.2.1 Methane

Verbessertes Verfahren:

Improved methodology:

Die Mengen aus ausgeschiedenen „volatile organic solids“ (VS), die maximalen Methan-Freisetzungs-kapazitäten (B_0) und die Methan-Umwandlungsfaktoren für die einzelnen Lagerungssysteme (MCF) werden IPCC(1996)-4.47 ff (entwickelte Staaten, kalt) entnommen.

The amounts of “volatile organic compounds” (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)-4.47 pp (developed countries, cold).

4.5.6.2.2 NMVOC

4.5.6.2.2 NMVOC

Erste Schätzung:

First estimate:

Keine Daten verfügbar.

No data available yet.

4.5.6.3 Arbeitsmappe

4.5.6.3 Calculation file

GAS_EM\HOR01.xls

GAS_EM\HOR01.xls

4.5.6.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

4.5.6.4 Resolution in space and time

Landkreise, 1 Jahr

rural districts, 1 year

4.5.7 Geflügel (SNAP 10 05 07 bis 10 05 09, NFR 4B9 und 4B10)

4.5.7 Poultry (SNAP 10 09 05 to 10 05 09, NFR 4B9 and 4B10)

4.5.7.1 Aktivitätsdaten

4.5.7.1 Activity data

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

4.5.7.2 Emissionsfaktoren

4.5.7.2.1 Methan

Einfaches Verfahren:

nicht nach Tierkategorien differenziert entsprechend IPCC(1996)-4.12 ff

4.5.7.2.2 NMVOC

Erste Schätzung:

nicht nach Tierkategorien differenziert, siehe Kap. 4.5.1.2.2.

4.5.4.3 Arbeitsmappen

Legehennen: GAS_EM\LH01.xls
Masthühnchen und -hähnchen: GAS_EM\BR01.xls

Junghennen: GAS_EM\PU01.xls
Gänse: GAS_EM\GE01.xls
Enten: GAS_EM\DU01.xls
Puten: GAS_EM\TU01.xls

4.5.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

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 Aktivitätsdaten

Verkaufte Produktmengen: Angaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Folgenabschätzungen im Pflanzenschutz, Klein-Machnow

4.6.1.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1060-3

4.6.1.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesrepublik, 1 Jahr

4.5.7.2 Emission factors

4.5.7.2.1 Methane

Simpler methodology:

according IPCC(1996)-4.12, no differentiation with respect to animal categories

4.5.7.2.2 NMVOC

First estimate:

no differentiation with respect to animal categories, see chapter 4.5.1.2.2

4.5.4.3 Calculation files

laying hens: GAS_EM\LH01.xls
broilers: GAS_EM\BR01.xls

pullets: GAS_EM\PU01.xls
geese: GAS_EM\GE01.xls
ducks: GAS_EM\DU01.xls
turkeys: GAS_EM\TU01.xls

4.5.1.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

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 Activity data

Quantities sold: communicated by Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), Institute for Technology Assessment in Plant Protection, Klein Machnow

4.6.1.2 Emission factors

4.6.1.3 Calculation file

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.1.4 Resolution in space and time

whole republic, 1 year

4.6.2 Düngekalk

4.6.2.1 Aktivitätsdaten

Verkaufte Produktmengen nach StatBA FS 4, R 8.2, für jedes Jahr

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 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 Tab. 3 zusammengestellt.

4.6.2 Limestone

4.6.2.1 Activity data

Quantities sold according to StatBA FS 4, R 8.2, for each year

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 2003). The annual amounts for 1991 to 1993 are expert guesses. The detailed distribution data for 1994 were used to assign subtotals to the New Länder (Brandenburg: 30 %, Mecklenburg-Vorpommern: 20 %, Sachsen-Anhalt: 14 %, Sachsen: 25 %, Thüringen: 6 %).

The results are listed in Table 3.

Table 3: Distribution of the amounts of lime in the New Länder (in Mg CaO) Bold numbers: estimates in accordance with Umweltbundesamt

Year	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern	Sachsen-Anhalt	Sachsen	Thüringen
1990	430500	287000	215250	358750	143500
1991	210000	140000	105000	175000	70000
1992	90000	60000	45000	75000	30000
1993	90000	60000	45000	75000	30000
1994	103448	51000	37947	68926	16236

Düngekalk im Sinne dieses Inventars sind auch die CaO-Mengen in Kalkammonsalpeter. Sie werden ebenfalls erfasst.

Lime as CaO is also contained in calcium ammonium nitrate. The amounts sold of this fertilizer are included accordingly.

4.6.2.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren: EMEP(2003)-B1060-6 gleichzeitig bestmögliches Verfahren

4.6.2.2 Emission factors

Simpler methodology: EMEP(2003)-B1060-6 This is at the same time the best approach possible.

4.6.2.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.2.3 Calculation file

GAS_EM\1006_1.xls

4.6.2.4 Räumliche und zeitliche Auflöserung

Bundesländer, 1 Jahr

4.6.2.4 Resolution in space and time

federal states, 1 year

[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 Stickstoff-haltiger Spezies aus dem Wirtschaftsdünger-Management der Tierhaltung sind nunmehr (Guidebook, 3. Auflage) unter SNAP 10 09 zusammengefasst. Die entsprechenden Arbeitsblätter sind bei ihrer Überarbeitung umbenannt worden.

Die Erweiterungen gegenüber Dämmgen et al. (2002) beziehen sich auf

- eine Berechnung der N₂O-Emissionen unter Berücksichtigung den regionalen Verteilungen der Lagerungsformen
- die Einbeziehung der Berechnung von N₂O, NO- und N₂-Emissionen im Hinblick auf die resultierenden N-Einträge in den Boden
- die Berechnung und Ausgabe von Aktivitätsdaten im Sinne der erläuternden Angaben der Berichtspflichten

Die Emissionsraten werden aufgeteilt nach Tierarten berechnet (SNAP 100901, 100902, ff).

Bei der Bestimmung der Emissionsraten für Ammoniak wird ein Stoffflussschema wie in Abb. 4 zugrunde gelegt, das eine vergrößerte Darstellung des Subsystems „Wirtschaftsdünger-Management“ in Abb. 1 ist.

Die in den Arbeitsblättern (calculation und output) angegebenen partiellen Emissionsfaktoren beziehen sich zunächst auf die ausgeschiedene Menge N im System. Wird Stroh-N in TAN (Total ammoniacal nitrogen available) umgewandelt, so bezieht sich der partielle Emissionsfaktor auf die Summe von Ausscheidungen und umgewandeltem N aus Einträgen mit Stroh.

Die Emissionsdichten werden 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.

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.

Compared with Dämmgen et al. (2002), the scope of the inventory has been widened, in particular with regard to

- a calculation of N₂O emissions considering regional distributions of storage facilities
- inclusion of N₂O, NO and N₂ emissions with respect to the amount of N returned to soils
- an assessment and adequate presentation of emission explaining variables with respect to the reporting obligations

Emission rates are determined for the relevant animal categories (SNAP 100901, 100902, etc).

Ammonia emissions are calculated using a mass flow as depicted in Fig. 4, which is a “zoomed” manure management subsystem as in Fig. 1.

The partial emission factors given in the calculation and output sheets relate emissions to the amount of N excreted in the system. However, if straw N was converted to TAN (Total ammoniacal nitrogen available), partial emission factors relate to the sum of N excreted and converted N from straw.

Emission densities are determined for each single local district (Landkreis). Each district is treated as a single farm, where all potential management systems (housing, storage etc.) exist simultaneously and in parallel.

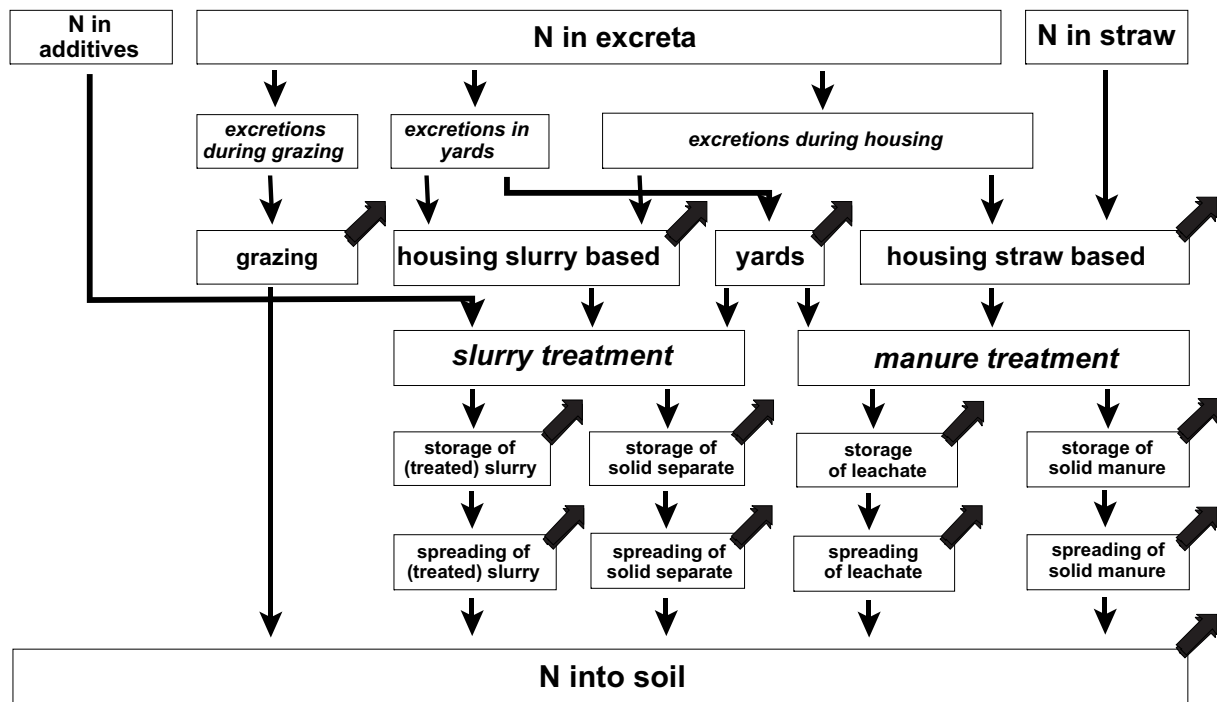


Figure 4: Nitrogen pools and pathways considered in the calculation files. Vertical black arrows indicate the fluxes between pools, slant open arrows the respective emissions.

4.9.1 Milchkühe (SNAP 100901, NFR 4B1a)

„Milchkühe“ fasst laktierende und tragende Kühe zusammen.

4.9.1.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.1.2 Emissionsfaktoren

Ausscheidungen im Stall und auf der Weide

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Die Menge des ausgeschiedenen N wird auf die Milchleistung bezogen. Aus den in LWK-WE (1997) veröffentlichten Daten lässt sich folgende Korrekturgleichung berechnen:

$$m_{N_{\text{excr}}} = m_0 + a \cdot m_{\text{milk}}$$

where

$m_{N_{\text{excr}}}$	amount of N excreted, in kg place ⁻¹ a ⁻¹ N
m_0	48.5 kg place ⁻¹ a ⁻¹ N
a	0.0095 kg N (kg milk) ⁻¹
m_{milk}	milk yield in kg place ⁻¹ a ⁻¹ milk

4.9.1 Dairy Cows (SNAP 100901, NFR 4B1a)

“Dairy cows” comprise lactating cows and cows in calf.

4.9.1.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

4.9.1.2 Emission factors

Excretions during housing and grazing

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed methodology:

The amount of N excreted is related to the annual milk yield. The correction function is deduced from data published in LWK-WE (1997):

Wenn der Gras/Graskonserven-Anteil am Futter 35 % übersteigt, wird ein zusätzlicher Korrekturfaktor eingeführt, dessen Betrag aus Abb. 5 hervorgeht (eigene Schätzungen nach Mengen aus Frede und Dabbert, 1998).

Zu ähnlichen Korrekturvorschlägen vgl. Dämmgen und Grünhage (2001) mit Daten aus Kirchgessner et al., (1991a, b), Rohr (1992), Flachowsky and Flachowsky (1997). Die Ergebnisse stimmen mit denen von Klaassen (1991) überein.

Es wird angenommen, dass 50 % der ausgeschiedenen N-Menge liegen als reduziertes N (ammonical nitrogen) vor.

A further differentiation is applied as a function of the share of grass and grass conserves in the feed. The correction factors used in Germany can be derived from Fig. 5. (Working group's estimate according to data given by Frede and Dabbert, 1998).

For other correction procedures see Dämmgen and Grünhage (2002), based on data from Kirchgessner et al., (1991a, b), Rohr (1992), Flachowsky and Flachowsky (1997). The results are in accordance with Klaassen (1991).

50 % of the N excreted is assumed to be reduced nitrogen (ammonical nitrogen).

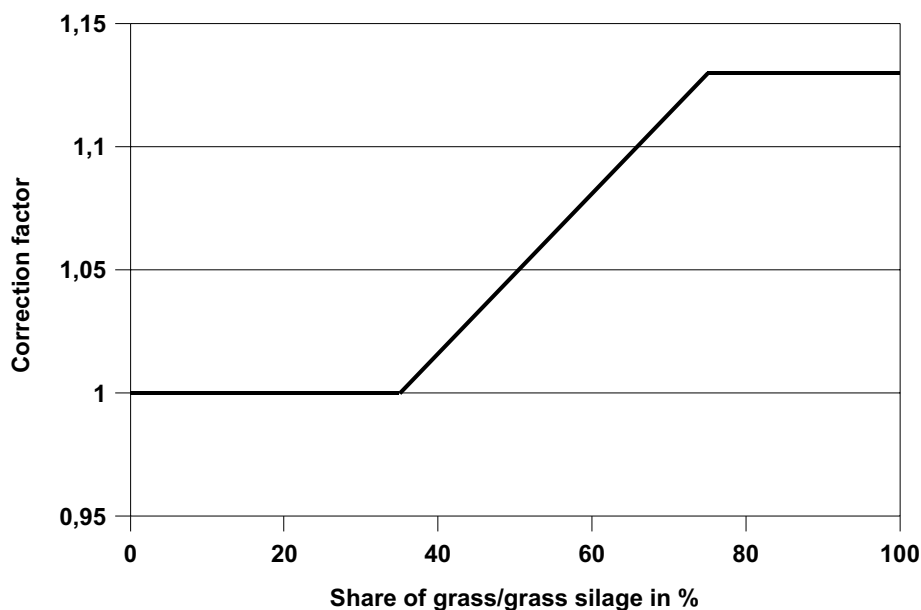


Figure 5: Correction factor for N in excreta taking into account the share of maize silage and roughage in dairy cow feeds.

Tiere, die mit Rübenblatt-Silage gefüttert werden, werden den Gras/Mais gefütterten Tieren zugezählt.

Zusätzliche Daten

Milchleistung: StatLA; für Rheinland-Pfalz, Saarland, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen in machen Jahren Mittelwerte der Bundesländer nach StatBA.

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.

The share of beet leaf silage is added to the maize share in feed.

Additional data

Milk yield: StatLA; for Rheinland-Pfalz, Saarland, Mecklenburg-Vorpommern and Thüringen and some years Länder means according to StatBA.

Partial emission factors “housing and grazing”

The amounts excreted during grazing are related to the residence times within the stables and the duration of grazing. For grazing, daily residence times of 24 h and 10 h are considered.

Die Anteile der Tiere, die in einer der beiden Formen geweidet werden, wird für aus Agrarstatistikdaten mit RAUMIS¹¹ berechnet.

Die Aufteilung der Menge der Ausscheidungen auf Stall und Weide orientiert sich primär an den dort jeweils zugebrachten Aufenthaltsdauern.

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 ansetzen. Das entspricht einer effektiven Melkdauer von 3,5 h.

Der NH₃-Emissionsfaktor für Weidegang beträgt 7,5 % des ausgeschiedenen N (Döhler et al. 2002, aktualisiert nach Misselbrook 2001).

Die aus dem Weidegang resultierenden Emissionen von N₂O und NO werden in SNAP 10 02 berechnet. Zu Einzelheiten siehe Kap. 4.2.1.2.

Für die relevanten Stallsysteme wurden partielle Emissionsfaktoren angesetzt, die den relativen Verlust von TAN wiedergeben (siehe Döhler et al. 2002).

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei beträgt für die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von 86 % und ein mittlerer N-Gehalt 0,5 % (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

- Anbindehaltung: 5 – 6 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 9 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Liegeboxenlaufstall: 5 – 6 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 9 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Tretmist: 7 – 8 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 13 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Tiefstreu: 10 – 11 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 18 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-Stickstoff wird als organisch gebundenes N angesehen.

Alle Emissionsfaktoren beziehen sich auf ammonifizierbares N (total ammonical N, TAN). In diesem Sinn wird bei Festmistsystemen der Verlust im Stall ausschließlich auf N in den Ausscheidungen zurückgeführt.

Findet die Güllelagerung im Keller des Stalls unter den Spaltenböden statt, so werden die Emissionen als Emissionen bei der Lagerung betrachtet.

The percentage of animals, which are grazed in either form, is determined from agricultural census data using RAUMIS¹¹.

Excretions are attributed to housing and grazing primarily according to the time they spend in the respective areas.

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 h.

The NH₃ emission factor for grazing is 7.5 % of the N excreted (Döhler et al. 2002, updated according to Misselbrook 2001).

N₂O and NO emissions resulting from animal excreta dropped during grazing are calculated under SNAP 10 02. For details see chapter 4.2.1.2.

Partial emission factors were fixed for all relevant stabling systems relating emissions to the TAN excreted (see Döhler et al. 2002).

For straw based systems N inputs with straw are taken into account. For the calculation of straw N a mean dry matter content of 86 % and a mean N content of 0.5 % were assumed according to Faustzahlen (1993), p 256, in particular

- Tied systems: 5 – 6 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 9 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- Cubicles: 5 – 6 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 9 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- “Tretmist”¹²: 7 – 8 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 13 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- deep litter: 10 – 11 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 18 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

All emission factors relate to total ammonical N (TAN). Therefore, in solid manure systems, losses are attributed to N contained in excreta only.

If the slurry is stored immediately underneath the slatted floor, the resulting emissions are dealt with as emission from storage.

¹¹ RAUMIS (Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem für Deutschland) is a sector model which – in this context – provides regional data about agricultural production processes, advances and products. For details of its structure and capabilities see Döhler et al. (2002).

¹² 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“

Die Umwandlungen von N-Spezies bei der Lagerung von Festmist (org. N \leftrightarrow TAN) wird wegen fehlender Daten noch nicht berücksichtigt.

Der Anteil des N in der Jauche ist im Eingabeformular (Exp) tabelliert, ebenso der Anteil an ammonifizierbarem N (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 Emission aus dem separaten Güllekeller wird wie die Emission aus dem Außenlager mit fester Abdeckung behandelt.

Die Lagerungsverluste beziehen sich auf Gesamt-N, werden aber auf TAN umgerechnet.

Quelle: Eigene Schätzungen

Für unbehandelte Gülle wurde angenommen, dass 10 % des org. N in TAN umgewandelt werden.

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

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

Partielle Emissionsfaktoren für N₂O, NO und N₂:

Emissionsfaktoren für N₂O sind IPCC(1996)-4.104 entnommen. Wie bei den Emissionen aus Böden wurde angenommen, dass der NO-Emissionsfaktor gleich dem N₂O-Emissionsfaktor ist und dass etwa die siebenfache Menge an N₂ freigesetzt wird.

Partieller Emissionsfaktor „Ausbringung“

Für alle Formen von Wirtschaftsdüngern wurden die üblichen und mögliche neue Varianten in die Betrachtungen aufgenommen.

Die Emissionsfaktoren für die einzelnen 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.

Partial emission factor “storage”

The transformation of N species during storage of manure (org. N \leftrightarrow TAN) is not yet considered due to an inadequate data base.

The N content of leachate (“Jauche”) and the share of total ammonical N (TAN) are indicated in the input sheet.

Storage of slurry distinguishes storage underneath the slatted floor from storage in a separate slurry tank within the stable as well as from several different outdoor storage systems. Emissions from separate slurry tanks within stables are dealt with in the same way as outdoor tanks with solid covers.

Losses from storage originally relate to total N. They were converted to losses of TAN.

Source: own estimate

For untreated slurry, 10 % of the organic N are assumed to be converted to TAN during storage.

Slurry treatment: During separation, 10 % of TAN and 90 % of the organic fraction are assumed to be in the solid separate. During slurry fermentation 10 % of the organic N is 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 N₂O, NO and N₂:

N₂O emission factors are used as in IPCC(1996)-4.104. As with emissions from soils it was assumed that NO emissions are of the same magnitude as N₂O emissions, and that N₂ emissions are approximately 7fold.

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 quantities on arable land and grassland without incorporation.

Die Emissionsfaktoren für die Ausbringung beziehen sich auf TAN.

4.9.1.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\DC03.xls

4.9.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2 Kälber, Mastrinder und Mutterkühe (SNAP 100902, NFR 4B1b)

Die SNAP-Kategorie „Other Cattle“ umfasst als Unterkategorien Kälber, Mastrinder (weibliche und männliche) und Mutterkühe. Für jede Unterkategorie ist ein eigenes Arbeitsblatt angelegt.

Als „junge Färsen“ werden weibliche Rinder mit einem Alter zwischen 0,5 und 2 a bezeichnet. Die jüngeren Tiere sind Kälber. Kälber werden hinsichtlich ihrer Ammoniak-Emissionen jedoch mit jungen Färsen in der Kategorie „Kälber“ („calves“) zusammengefasst.

Mastrinder sind älter als 2 Jahre.

Mutterkühe werden gesondert erfasst.

4.9.2.1 Kälber

4.9.2.1.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.2.1.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Das Verfahren entspricht dem für Milchkühe.

Für Systeme mit Einstreu wird der N-Eintrag mit dem Stroh berücksichtigt. Dabei beträgt für die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von 86 % und ein mittlerer N-Gehalt 0,5 % (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

- Anbindehaltung: 1,3 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 2,0 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Tretmist: 1,6 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 2,5 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen.

N-Ausscheidungen:

Düngeverordnung

All emission factors used for spreading relate to TAN.

4.9.1.3 Calculation file

GAS_EM\DC03.xls

4.9.1.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

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), and “suckling cows”. A separate sheet is provided for each sub-category.

Young heifers are female cattle between 0.5 and 2 years of age. Younger animals are considered as calves. For the determination of ammonia emission rates both calves and young heifers are combined in “calves”.

Beef cattle are older than 2 a.

Suckling cows are dealt with separately.

4.9.2.1 Young Cattle

4.9.2.1.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

4.9.2.1.2 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

Methodology is as 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 86 % and a mean N content of 0.5 % were assumed according to Faustzahlen (1993), p 256, in particular

- Tied systems: 1.3 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 2.0 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- “Tretmist”: 1.6 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 2.5 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

N excreted:

Düngeverordnung

4.9.2.1.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\CA01.xls

4.9.2.1.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2.2 Mastrinder

4.9.2.2.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.2.2.2 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 beträgt für die Berechnung eine mittlere Trockenmasse von 86 % und ein mittlerer N-Gehalt 0,5 % (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

Weibliche Tiere

- Anbindehaltung: 2,4 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 3,8 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Tretmist: 3,0 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 4,7 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Männliche Tiere

- Anbindehaltung: 2,9 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 4,6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Tretmist: 2,9 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 4,6 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen.

N-Ausscheidungen:

Düngeverordnung (1996)

4.9.2.2.3 Arbeitsmappen

GAS_EM\FBC01.xls, GAS_EM\MBC01.xls

4.9.2.2.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.2.1.3 Calculation file

GAS_EM\CA01.xls

4.9.2.1.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.2.2 Beef Cattle

4.9.2.2.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.2.2.2 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 86 % and a mean N content of 0.5 % were assumed according to Faustzahlen (1993), p 256, in particular

Female beef cattle

- Tied systems: 2.4 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 3.8 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- "Tretmist": 3.0 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 4.7 kg place⁻¹ a⁻¹ N

Male beef cattle

- Tied systems: 2.9 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 4.6 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- "Tretmist": 2.9 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 4.6 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

N excreted:

Düngeverordnung (1996)

4.9.2.2.3 calculation files

GAS_EM\FBC01.xls, GAS_EM\MBC01.xls

4.9.2.2.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.2.3 Mutterkühe

Mutterkühe haben im Mittel 0,9 Kälber a⁻¹.

4.9.2.3.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.2.3.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Die Emissionen werden entsprechend denen für Milchkühe berechnet.

N-Ausscheidungen:

Düngeverordnung (1996)

4.9.2.3.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\SC01.xls

4.9.2.3.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.3 Mastschweine (SNAP 100903, NFR 4B8)

Mastschweine sind alle Schweine abzüglich der Zuchtsauen, der Zuchteber und der Ferkel unter 25 kg.

Typisch sind derzeit 2,5 Durchgänge pro Platz und Jahr. Die Ausscheidung beträgt bei Einphasenfütterung und einer Gewichtszunahme von 700 g d⁻¹ 13 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N (Referenz).

4.9.3.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.3.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Detailliertes Verfahren:

Bei der Ernährung werden einphasige und mehrphasige Fütterung unterschieden und für die Ausscheidungen 13 und 11 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N angenommen.

66 % der ausgeschiedenen N-Menge liegen als reduziertes N (TAN) vor.

Bei Schweinegülle und Lagerung im Tank wird ein NH₃-N-Verlust von 2 % bezogen auf TAN angenommen.

4.9.2.3 Suckling Cows

Suckling cows breed 0.9 calves a⁻¹.

4.9.2.3.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.2.3.2 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed Methodology:

Emissions are calculated according to the procedures used for dairy cows.

N excreted:

Düngeverordnung (1996)

4.9.2.3.3 Calculation file

GAS_EM\SC01.xls

4.9.2.3.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.3 Fattening Pigs (SNAP 100903, NFR 4B8)

Fattening pigs are all pigs except sows, boars and piglets with weights below 25 kg.

Typical are 2.5 animal rounds per place and year. For uniform diet, N excreted adds up to 13 kg place⁻¹ a⁻¹ and a gain in weight of 700 g d⁻¹. (reference system).

4.9.3.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.3.2 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detailed methodology:

Single and multi phase feeding are differentiated. We assume 13 and 11 kg place⁻¹ a⁻¹ N excreted, respectively.

66 % of the N excreted is reduced N (TAN).

For pig slurry and storage in a tank, NH₃-N losses of 2 % (related to TAN) are assumed.

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 eine mittlere Trockenmasse von 86 % und ein mittlerer N-Gehalt 0,5 % (Faustzahlen 1993, S. 256), d.h.

- Tretmist: 7 - 8 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 13 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N
- Mehrflächenstall und Kistenstall: 3 - 4 kg Stroh Platz⁻¹ d⁻¹ bzw. 6,5 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N

Der gesamte Stroh-N wird als organisch gebundenes N angesehen.

Separierte Gülle weist eine geringere Viskosität auf. Die Emissionsminderung beträgt 50 % des Faktors für unbehandelte Gülle. Das gleiche wird für Biogas-Gülle angenommen.

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.

N-Ausscheidungen:

Düngerordnung (1996)

4.9.3.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\FP02.xls

4.9.3.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.4 Zuchtsauen (SNAP 100904, NFR 4B8)

Sauen werden mit 18 Ferkeln bis 25 kg pro Jahr gerechnet. Die Ausscheidung einer Sau mit Ferkeln beläuft sich auf 36 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N bzw. 29 kg Platz⁻¹ a⁻¹ N bei angepasster Fütterung (Frede und Dabbert, 1998).

4.9.4.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.4.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

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 86 % and a mean N content of 0.5 % were assumed according to Faustzahlen (1993), p 256, in particular

- deep litter: 7 - 8 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 13 kg place⁻¹ a⁻¹ N
- “Mehrflächenstall und Kistenstall”: 3 - 4 kg straw place⁻¹ d⁻¹ or 6.5 kg place⁻¹ a⁻¹ N

All straw N is considered to be organic N.

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 quantities on arable land and grassland without incorporation.

All emission factors used for spreading relate to TAN.

N excreted:

Düngerordnung (1996)

4.9.3.3 Calculation file

GAS_EM\FP01.xls

4.9.3.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.4 Sows (SNAP 100904, NFR 4B8)

On average, a sow rears 18 piglets (weight < 25 kg) per year. The N excreted by a sow and her piglets adds up to 36 kg place⁻¹ a⁻¹ N (Frede und Dabbert, 1998).

4.9.4.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.4.2 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

Detalliertes Verfahren:

Das Verfahren zur Berechnung von partiellen Emissionsfaktoren entspricht dem von Mastschweinen.

N-Ausscheidungen:

Düngeverordnung (1996)

4.9.4.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\SOW01.xls

4.9.4.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.5 Schafe und Ziegen (SNAP 100905, NFR 4B3, 4B4)

4.9.5.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Tierzahlen für Ziegen werden nicht in der offiziellen Statistik ausgewiesen. Die Anzahl ist gering. Die Emissionen werden vernachlässigt. (Siehe Kapitel 4.4.3.1)

4.9.5.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

siehe EMEP(2002)-B1090-9

Für ein verbessertes Verfahren wird angenommen, dass die Schafe in der überwiegenden Mehrzahl ganzjährig auf der Weide sind.

N-Ausscheidungen:

Düngeverordnung (1996)

4.9.5.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\SH01.xls

4.9.5.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.6 Pferde (einschließlich Maultiere und Esel) (SNAP 100906, NFR 4B6, 4B7)

4.9.6.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

Tierzahlen für Esel und Maultiere werden nicht in der offiziellen Statistik ausgewiesen. Deren Anzahl ist so gering, dass die Emissionen vernachlässigt werden.

Detailed Methodology:

The procedure to derive partial emission factors reflects that for fattening pigs.

N excreted:

Düngeverordnung (1996)

4.9.4.3 Calculation file

GAS_EM\SOW01.xls

4.9.4.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.5 Sheep and Goats (SNAP 100905, NFR 4B3, 4B4)

4.9.5.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

Animal numbers for goats are not given in the official statistics. Their number is small. Their emissions are thought to be negligible. (See chapter 4.4.3.1)

4.9.5.2 Emission factors

Simpler methodology:

see EMEP(2002)-B1090-9

For the improved method it is assumed that the majority of sheep is grazing all year round.

N excreted:

Düngeverordnung (1996)

4.9.5.3 Calculation file

GAS_EM\SH01.xls

4.9.5.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.6 Horses (including Mules and Asses) (SNAP 100906, NFR 4B6, 4B7)

4.9.6.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

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.

4.9.6.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

EMEP(2002)-B1090-9

Verbessertes Verfahren:

Das Verfahren für Mastrinder wird sinngemäß angewandt. Es wird angenommen, dass auch bei halbtägiger Weidehaltung 90 % des N im Stall ausgeschieden werden.

N-Ausscheidungen:

Düngeverordnung (1996)

4.9.6.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\HOR01.xls

4.9.6.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.7 Legehennen (SNAP 100907, NFR 4B9)

4.9.7.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.7.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

NH₃: siehe EMEP(2002)-B1090-9

N₂O: siehe IPCC(1006)-4.104

NO und N₂: In Übereinstimmung mit den Emissionen aus Böden wurde angenommen, dass die NO-Emissionsfaktoren gleich denen für N₂O sind und die N₂-Emissionen im Mittel 7mal so groß sind wie die N₂O-Emissionen.

Detailliertes Verfahren:

Angenommen werden 17,1 kg Platz⁻¹ a⁻¹ Eimasse, 50 kg Platz⁻¹ a⁻¹ Zuwachs und 94 % Belegung. Es wird zwischen Standard- und N/P-reduzierter Fütterung unterschieden.

N-Ausscheidungen:

LWK-WE (1997)

Partielle Emissionsfaktoren:

Haltung: Döhler et al. (2002)

Lagerung: EMEP(2002)-B1090-9

Ausbringung: Döhler et al. (2002)

4.9.7.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\LH01.xls

4.9.6.2 Emission factors

Simpler methodology:

EMEP(2002)-B1090-9

Improved Methodology:

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 are excreted within the stables.

N excreted:

Düngeverordnung (1996)

4.9.6.3 Calculation file

GAS_EM\HOR01.xls

4.9.6.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.7 Laying Hens (SNAP 100907, NFR 4B9)

4.9.7.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.7.2 Emission factors

Simpler methodology:

NH₃: see EMEP(2002)-B1090-9

N₂O: see IPCC(1996)-4.104

NO and N₂: In accordance with emissions from soil it is assumed that NO emission factors are of the same magnitude as N₂O emission factors. Mean N₂ emissions are approx. seven times the amount of N₂O emissions.

Detailed methodology:

We assume an egg production rate of 17.1 kg place⁻¹ a⁻¹, a mean growth rate of 50 kg place⁻¹ a⁻¹ and an occupation rate of 94 %. We differentiate between conventional and N/P reduced feeding.

N excreted:

LWK-WE (1997)

Partial emission factors

Housing: Döhler et al. (2002)

Storage: EMEP(2002)-B1090-9

Spreading: Döhler et al. (2002)

4.9.7.3 Calculation file

GAS_EM\LH01.xls

4.9.7.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.8 Masthähnchen und –hühnchen (SNAP 100908, NFR 4B9)

4.9.8.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.8.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Siehe Kap. 4.9.7.2

Detailliertes Verfahren:

Angenommen wurden $11,2 \text{ kg Platz}^{-1} \text{ a}^{-1}$ Zuwachs. Unterschieden werden weiterhin „normale“ und N/P-reduzierte Fütterung.

N-Ausscheidungen:

LWK-WE (1997)

Partielle Emissionsfaktoren:

Haltung: Döhler et al. (2002)

Lagerung: EMEP-B1050-28

Ausbringung: Döhler et al. (2002)

4.9.8.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\BR01.xls

4.9.8.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

4.9.9 Weiteres Geflügel: Gänse, Enten, Puten, Jung- hennen (SNAP 100909, NFR 4B10)

4.9.9.1 Aktivitätsdaten

Tierzahlen: StatLA C III 1 – vj 4

4.9.9.2 Emissionsfaktoren

Einfacheres Verfahren:

Siehe Kap. 4.9.7.2

4.9.7.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.8 Broilers (SNAP 100908, NFR 4B9)

4.9.8.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

4.9.8.2 Emission factors

Simpler methodology:

see chapter 4.9.7.2

Detailed methodology:

We assume a mean growth rate of $11.2 \text{ kg place}^{-1} \text{ a}^{-1}$. In addition, we differentiate between conventional and N/P reduced feed.

N excreted:

LWK-WE (1997)

Partial emission factors:

Housing: Döhler et al. (2002)

Storage: EMEP-B1050-28

Spreading: Döhler et al. (2002)

4.9.8.3 Calculation file

GAS_EM\BR01.xls

4.9.8.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

4.9.9 Other Poultry (SNAP 100909, NFR 4B10)

4.9.9.1 Activity data

Animal numbers: StatLA C III 1 –vj 4

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. Unterschieden werden weiterhin „normale“ und N/P-reduzierte Fütterung.

N-Ausscheidungen

Gänse: Privatmitt. R. Timmler, Universität Halle-Wittenberg

Enten: Privatmitt. R. Timmler, Universität Halle-Wittenberg

Puten: LWK-WE (1997)

Junghühner: LWK-WE (1997)

Partielle Emissionsfaktoren „Haltung“

Gänse: default-Wert Geflügel (EMEP(2002)-B1090-9)

Enten: Döhler et al. (2002)

Puten: Döhler et al. (2002)

Junghühner: Döhler et al. (2002)

Partielle Emissionsfaktoren „Lagerung“

Alle Kategorien: default-Wert Geflügel (EMEP (2002)-B1090-9)

Partielle Emissionsfaktoren „Ausbringung“

Alle Kategorien: 50 % des vorhandenen TAN.

4.9.9.3 Arbeitsmappen

GAS_EM\GE01.xls, GAS_EM\DU01.xls, GAS_EM\TU01.xls, GAS_EM\PU01.xls

4.9.9.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Landkreise, 1 Jahr

*4.9.10 Pelztiere (SNAP 100510, NFR 4B13)**4.9.10.1 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.

*4.9.10.2 Emissionsfaktoren**Einfacheres Verfahren:*

siehe EMEP(2002)-B1090-9

4.9.10.3 Arbeitsmappe

GAS_EM\FA01.xls

Improved methodology:

The detailed methodology for “other poultry” differentiates between geese, ducks, turkeys, and pullets. For some sub-categories a further differentiation takes N/P reduced feed into account.

N excreted

Geese: privat communication R. Timmler, University of Halle-Wittenberg

Ducks: privat communication R. Timmler, University of Halle-Wittenberg

Turkeys: LWK-WE (1997)

Pullets: LWK-WE (1997)

Partial emission factors “housing”

Geese: default-Wert Geflügel (EMEP(2002)-B1090-9)

Ducks: Döhler et al. (2002)

Turkeys: Döhler et al. (2002)

Pullets: Döhler et al. (2002)

Partial emission factors “storage”

All categories: default value poultry (EMEP-B1050-9)

Partial emission factors “spreading”

All categories: 50 % of the TAN remaining.

4.9.9.3 Calculation files

GAS_EM\GE01.xls, GAS_EM\DU01.xls, GAS_EM\TU01.xls, GAS_EM\PU01.xls

4.9.9.4 Resolution in space and time

rural districts, 1 year

*4.9.10 Fur animals (SNAP 100510, NFR 4B13)**4.9.10.1 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 of the respective Länder departments. The reconstruction of a time series of animal numbers is unlikely to be successful.

*4.9.10.2 Emission factors**Simpler methodology:*

see EMEP(2002)-B1090-9

4.9.9.3 Calculation files

GAS_EM\FA01.xls

4.9.10.4 Räumliche und zeitliche Auflösung

Bundesländer, Daten nur für 1 Jahr

4.9.10.4 Resolution in space and time

federal states, data for 1 single year available

5 References

- 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
- 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
- Boeckx P, Van Cleemput O (2001) Estimates of N₂O and CH₄ fluxes from agricultural lands in various regions in Europe. *Nutr Cycl Agroecosyst* 60, 35-47
- Bundesminister für Wirtschaft (1969) Gesetz über Einheiten im Meßwesen. *BGBI.* 1969, Teil I, 709-712
- Bundesminister für Wirtschaft (1970) Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Meßwesen. *BGBI.* 1970, Teil I, 981-991
- Butterbach-Bahl K, Willibald G, Papen H (2002) Soil core method for direct simultaneous determination of N₂ and N₂O emissions from forest soils. *Plant Soil* 240, 105-116
- Cai Z, Laughlin RJ, Stevens RJ (2001) Nitrous oxide and dinitrogen emissions from soil under different water regimes and straw amendment. *Chemosphere* 42, 113-121
- 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, Lüttich M, Döhler H, Eurich-Menden B, Osterburg B (2002) GAS-EM – ein Kalkulationsprogramm für Emissionen aus der Landwirtschaft. *Landbauforsch Völkenrode* 52, 19-42
- Dennhöfer W (1988) Einfluss von rekombiniertem, bovinem Somatotropin auf die Milchleistung, Milchzusammensetzung und das Körpergewicht beim deutschen Fleckvieh. Thesis, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 141 pp
- 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 Minderungsszenarien bis zum Jahr 2010. Forschungsbericht 299 42 256/02. Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin
- Düngeverordnung (1996) Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen. *BGBI.* part I, dd. 26-1-96
- EEA - European Environment Agency (1996) Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 1st Edition, CD-Rom. EEA, Copenhagen
- EMEP/CORINAIR (2002): Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook. 3rd ed., EEA, Copenhagen. <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR3/en/page019.html>
- 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
- Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 12th ed., Landwirtschaftsverlag., Münster 1993.
- 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
- 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. Submitted.
- 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 Physico (1987) Symbols, Units, Nomenclature and Fundamental Constants in Physics. *Physica* 146A, 1-68
- 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
- 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
- Klaassen G (1991) Past and future emissions of ammonia in Europe. Status Report SR-91-01. International Institute for Applied Systems Analysis - IIASA, Laxenburg
- Köhnlein J, Vetter H (1953) Ernterückstände und Wurzelbild. Parey, Hamburg, 138 pp
- Körschens M (1993) Simulationsmodelle für den Umsatz und die Reproduktion der organischen Substanz im Boden. Ber. über Landwirtschaft SH NF 206, 140-154
- 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
- LWK-WE – Landwirtschaftskammer Weser-Ems (1997) Nährstoffvergleich auf Feld-Stall-Basis. § 5 der Düngeverordnung, Hannover
- Maierhofer R, Kirchgessner M, Schwarz FJ, Eidelsburger U (1993) Einfluss von bovinem Wachstumshormon auf Leistungsmerkmale von Milchkühen während der Sommerfütterung mit Gras. 2. Mitteilung – Milchmengeleistung, 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
- 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
- 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
- Rolston DE, Hoffman DL, Toy DW (1978) Field measurement of denitrification: I. Flux of N₂ and N₂O- *Soil Sci Soc Amer J* 42, 863-869
- 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
- Smil V (1999) Nitrogen in crop production: An account of global flows. *Global Biogeochem Cycles* 13, 647-662
- Smith KA, Dobbie KE, Ball BC, Bakken LR, Sitaula BK, Hansen S, Brumme R, Borken W, Christensen S, Priemé A, Fowler D, MacDonald JA, Skiba U, Klemedsson L, Kasimir-Klemedsson A, Degórska A, Orłanski 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.
- Statistisches Bundesamt (ed) (2003) Statistisches Jahrbuch 1993 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
- Statistische Landesämter (bi-annual 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
- 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
- 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)
- Van Cleemput O (1998) Subsoils: chemo- and biological denitrification, N₂O and N₂ emissions. *Nutrient Cycling Agroecosystems* 52, 187-194
- Vermoesen A, van Cleemput O, Hofman G (1996) Long-term measurements of N₂O emissions. *Energy Conversion Management* 6-8, 1279-1284
- Walenzik G (1996) Auswirkungen von Bodenverdichtungen durch landwirtschaftliche Nutzung auf die N₂- und N₂O-Emissionen aus dem Boden. PhD Thesis Universität Hannover, Fachbereich Gartenbau, 130 pp
- 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

6 Ergänzende Unterlagen

6.1 Lufttemperaturen

Manfred Lüttich und Ulrich Dämmgen¹³

6.1.1 Bedeutung von aktuellen Lufttemperaturen

Die Lage von Gleichgewichten in Chemie und Biologie sowie die Geschwindigkeiten, mit denen sie sich einstellen, sind temperaturabhängig. Hierzu zählen insbesondere die Lage chemischer Gleichgewichte (Van't-Hoff-Gleichung), Dampfdrücke von Lösungen (Clausius-Clapeyron-Gleichung) und Umsatzraten bei chemischen Reaktionen (Arrhenius-Gleichung); Die physiologische Aktivität von Organismen ist an einen Temperaturbereich gebunden, in dem sie im Regelfall ein Aktivitätsoptimum besitzt.

Alle Emissionsvorgänge sind deshalb zwangsläufig temperaturabhängig. Für eine Reihe von Emissionsfaktoren gibt es demzufolge Temperaturbereiche, in denen sie anzuwenden sind (z.B. Mineraldünger-Anwendung, Wirtschaftsdünger-Lagerung und – Ausbringung). Maßgebliche Temperaturen sind dabei Bodenoberflächen-Temperaturen und die Temperaturen innerhalb von Gülle-Lagern oder Misthaufen. Da diese Temperaturen jedoch nicht flächendeckend erfasst werden, wird bei der Mineraldünger-Anwendung und der Wirtschaftsdünger-Lagerung die Lufttemperatur als Hilfsgröße herangezogen, und zwar die Frühlings-Lufttemperatur sowie die mittlere Jahrestemperatur.

Die Steigerung der mittleren Lufttemperaturen in den vergangenen Jahrzehnten ist so erheblich, dass die Anwendung von älteren Klimakarten zur Bestimmung der relevanten Temperaturen als unzureichend angesehen wird.

Im Hinblick auf die Herstellung von Emissionsinventaren mit einer hohen zeitlichen und örtlichen Auflösung (Monate, Landkreise) mit einer bekannten Qualität erschien es deshalb sinnvoll, Lufttemperaturdaten (Messwerte) zu sammeln und sie hinsichtlich ihrer Messorte (Repräsentativität: Höhe über NN, landwirtschaftliche Nutzfläche, Wald, Stadt) und der eingesetzten Messtechnik zu bewerten. Datenbeschaffung und Datenbewertung sind noch nicht abgeschlossen, erlauben aber Entscheidungen im Hinblick auf das hier erstellte Emissionsinventar.

6 Supplementary Documents

6.1 Air Temperatures

Manfred Lüttich and Ulrich Dämmgen¹³

6.1.1 The significance of topical air temperatures

Both the state of equilibria in chemistry and biology as well as the velocities, with which they are attained, are temperature dependent. In particular this applies to the state of chemical equilibria (van't Hoff's equation), the vapour pressure of solutions (Clausius-Clapeyron equation) and rate constants of chemical reactions (Arrhenius equation). Physiological activity of living organisms is linked to certain temperature ranges, in which they exhibit an activity optimum.

Inevitably, all emission processes have to be temperature dependent. For several emission factors temperature ranges are given in which they have to be applied (e.g. mineral fertilizer application, manure storage and spreading). In some cases, soil surface temperatures may be relevant, in other cases temperatures inside a slurry store or a manure heap. However, these temperatures cannot be recorded on a broader scale. It seems therefore convenient to use air temperatures as surrogate data; for mineral fertilizer applications a mean spring air temperature is used as measure, for slurry and manure storage mean annual air temperatures.

Mean air temperatures have increased during the past decades to such an extent that the use of historic climate maps is thought to be inadequate for the determination of relevant temperatures.

With respect to the establishment of emission inventories with a comparatively high resolution in time and space (months, rural districts), air temperature data (measured data) were to be collated and valued with regard to the locations (representativity: elevation, location within agriculturally used areas, in forests or towns) and the measurement techniques involved. Data collation and evaluation are still in progress. Preliminary results were used to establish the 2002 inventory.

¹³ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Agroecology, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Germany

6.1.2 Datenverfügbarkeit

Die Herstellung des Datensatzes beruht auf Mitteilungen der folgenden Institutionen:

Agrarmeteorologische Forschungsstelle des Deutschen Wetterdienstes, Braunschweig
Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-Weihenstephan
Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden
Institut für Hygiene und Umwelt, Hamburger Luftmessnetz (HaLm), Hamburg
Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Universität Karlsruhe
Landesamt für Umweltschutz (LfU), Saarbrücken
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie, Luftmessnetz Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow
Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, Luftmessnetz ZIMEN, Mainz
Landesamt für Umweltschutz, Saarbrücken
Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft, Gotha
Landesumweltamt Brandenburg, Potsdam
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen
Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein, Itzehoe
Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
Senator für Bau und Umwelt, Bremen
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Jena
Umweltbundesamt, Messnetz Datenzentrale, Langen

Die Lage der Messstellen geht aus Abb. 6 hervor. Eine Nutzung der Daten für die Bestimmung der relevanten Temperaturen auf Kreisebene setzt eine Bewertung der Messverfahren und der einzelnen Messstellen im Hinblick auf ihre Repräsentativität voraus. Sie ist noch nicht abgeschlossen.

6.1.3 Jahresmitteltemperaturen, Frühlingsmitteltemperaturen

Die mittleren Temperaturen für die einzelnen Bundesländer lassen eine eindeutige Zuordnung zu Temperaturbereichen zu:

SNAP 10 01:

Frühlingsmittel der Lufttemperatur t_S : $6\text{ °C} < t_S < 13\text{ °C}$

SNAP 10 05:

Jahresmittel der Lufttemperatur: kalte Gebiete

6.1.2 Data availability

The data set was compiled from communications of the following institutions:

The locations of the measuring stations are illustrated in Fig. 6. The use of the data sets for the assessment of the relevant temperatures presupposes an evaluation of the measuring techniques and of the single locations with respect to their representativity. This is still in progress.

6.1.3 Mean Annual Temperatures, Mean Spring Temperatures

The mean temperatures obtained for single federal states allow for an assignment to the relevant temperature regions:

SNAP 10 01:

Mean spring air temperature t_S : $6\text{ °C} < t_S < 13\text{ °C}$

SNAP 10 05:

Mean annual air temperature: cold region

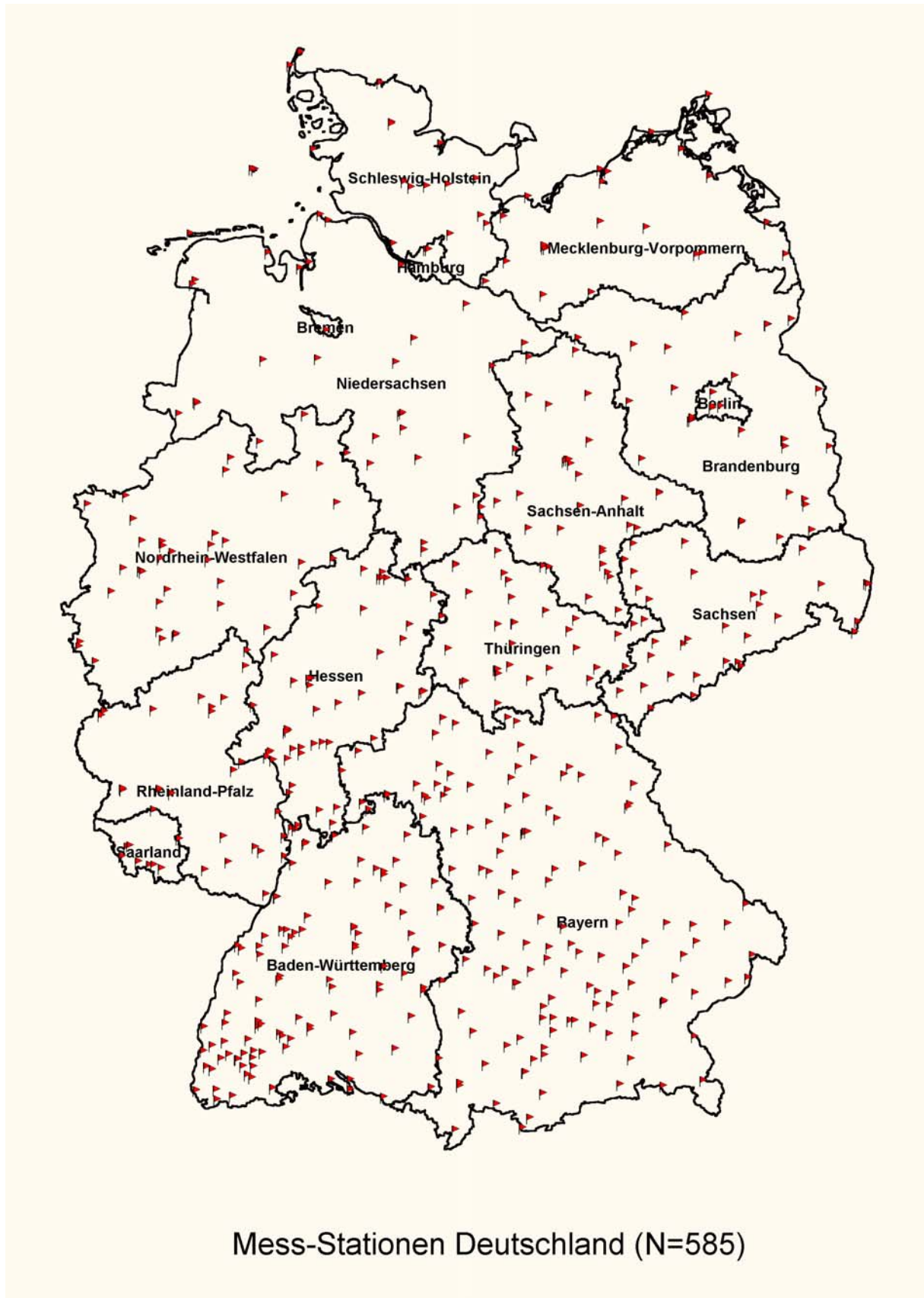


Figure 6: Regional distribution of meteorological stations from which air temperature data are available.

6.2 Die Fläche organischer Böden in Deutschland

Joachim Kiesel¹⁴

6.2.1 Übersicht

Basierend auf der glazial beeinflussten Landschaftsgenese sind organische Böden in Deutschland schwerpunktmäßig in Norddeutschland von der Nord- und Ostsee ausgehend bis zur Höhe von Berlin reichend (einschließlich weiter Teile des Landes Brandenburg) und mit kleineren Anteilen im Alpenvorland anzutreffen. Zur Beschreibung der Verteilung gibt es zahlreiche meist kleinregionale heterogene Moorkartierungen spezifischer Zweckbestimmungen mit unterschiedlichem Generalisierungsniveau.

In dieser Arbeit wurde für eine Abschätzung der daraus resultierenden Emissionen auf landwirtschaftlich genutzten Standorten aus diesem Grunde die bundesweit vorliegende Bodenübersichtskarte (BÜK1000) im Maßstab 1:1.000.000 gewählt und die Verteilung auf die administrativen Einheiten der Gemeinden und Kreise projiziert. Infolge des kleinen Erfassungsmaßstabes ist eine Unterschätzung der realen Flächen zu erwarten.

Da eine eigene Luft- und Satellitenbildinterpretation für das Gebiet der Bundesrepublik zur Bestimmung der aktuellen Landnutzung aus Aufwandgründen nicht in Betracht kommt, wurde die auf Daten der Jahre 1985 bis 1996 basierende CORINE Landnutzungskartierung zur Bestimmung der landwirtschaftlich genutzten Standorte herangezogen. Dies hat den Vorteil eines mit der BÜK1000 vergleichbaren Generalisierungsgrades und einer späteren Analysenmöglichkeit der zeitlichen Veränderungen der Landnutzung, wenn die Ergebnisse einer Aktualisierung des CORINE-Projektes vorliegen, was entsprechend den Planungen europaweit mit etwa 10-jähriger Periodizität stattfinden soll.

Die landwirtschaftlich genutzten Standorte nach CORINE, differenziert nach Acker- und Grünland, wurden mit den Moorböden nach BÜK1000 verschnitten und die Ergebnisse auf die administrativen Einheiten der Bundesrepublik mit Stand 2001 projiziert, wo sie als Ausgangsdaten für ein Emissionsabschätzung dienen.

6.2 The area of histosols in Germany

Joachim Kiesel¹⁴

6.2.1 General Procedure

The glacial genesis of the landscape in Germany resulted in the formation of histosols primarily in northern Germany, where they can be found between the North and Baltic Seas south to the latitude of Berlin (including large areas of Brandenburg) – and to some extent in the prealpine region. They have been described in many smaller maps with different aims and stages of generalization.

For the purpose of this inventory, which aims at an assessment of emissions from agricultural soils, the general soil map of Germany (BÜK1000), scale 1:1,000,000, was chosen. The areas to be considered were projected onto the administrative units (municipality, district). As a consequence of the scale, an underestimation of the areas is to be expected.

As own aerial and satellite photographs for the area of Germany cannot be used to determine the actual land use due to the requirements of time and resources, the CORINE land use maps reflecting the situation of 1985 to 1996 was used to determine areas under agricultural cultivation. This has the advantage of adequate scales and degree of generalization as compared with BÜK1000, and allows for subsequent analysis of the land use change with time, whenever further results of the CORINE project will be available. Within Europe, this is expected to happen with a frequency of about 10 years.

Cultivated areas are differentiated into arable and grassland areas. These areas were intersected with the histosols according to BÜK1000 and projected onto the administrative units of Germany, as they are in 2001, where they are to be used for emission estimates.

¹⁴ Centre for Agricultural Landscape and Land Use Research, Institute of Landscape Systems Analysis, (ZALF) e.V., Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg, Germany

6.2.2 Technische Einzelheiten

GIS-Datenquellen:

Administrative Daten für die Bundesrepublik Deutschland

Quelle: infas GEODATEN GmbH
 Aktualität: 2001
 Genauigkeit: 10-m-Bereich
 Inhalt: Gemeinden incl. Exklaven/Enklaven
 Landkreise
 Regierungsbezirke
 Bundesländer
 Bundesrepublik
 Besonderheiten: flächendeckende Klassifizierung
 des Gesamtterritoriums

Bodenübersichtskarte BÜK1000

Quelle: Digitale Bodenübersichtskarte der BRD,
 BGR, Hannover, 1997
 Aktualität: 1997
 Genauigkeit: Erfassungsmaßstab 1:1Mio
 Inhalt: Klassifizierung von 72 Leitbodenarten
 und 7 Bodenregionen für das Territorium
 der BRD
 Jede der Leitbodenarten besitzt ein charakteristi-
 sches Profil mit einem Satz bodenphysikalischer
 Parameter
 Besonderheiten: flächendeckende Klassifizierung
 des Gesamtterritoriums

CORINE Landnutzungscover

Quelle: Daten zur Bodenbedeckung für die BR
 Deutschland, Statistisches Bundesamt,
 Wiesbaden, 1997
 Aktualität: Erfassungszeitraum 1985-96
 Genauigkeit: 1:100.000, nur Erfassung flä-
 chenhafter Strukturen >25 ha und
 linienhafter Strukturen als Fläche
 > 100 m
 Inhalt: 3 Aggregationsniveaus der Landnutzung
 - Oberstes Niveau – 5 Kategorien
 - Mittleres Niveau – 15 Kategorien
 - Unteres Niveau – 36 Kategorien
 (44 europaweit)

Das Projekt CORINE stellt ein europaweites
 Landnutzungs-klassifikationssystem dar, das mit einer
 Periodizität von etwa 10 Jahren aktualisiert werden
 soll.

6.2.2 Technical Details

GIS data sources:

Administrative Data for the Federal Republic of Germany

Source: infas GEODATEN GmbH
 Topicality: 2001
 Resolution: 10 m (range)
 Contents: municipalities including the respective
 exclaves and enclaves
 districts (Landkreise)
 administrative regions (Regierungsbe-
 zirke)
 federal states (Bundesländer)
 federal republic (Bundesrepublik)
 Peculiarity: extensive classification of the total
 area covered

General Soil Map BÜK1000

Source: digital soil map of Germany: BGR, Han-
 nover, 1997
 Topicality: 1997
 Accuracy: scale 1:1,000,000
 Contents: classification of 72 basic soil series
 (Leitbodenarten) and 7 soil regions
 (Bodenregionen) for the German terri-
 tory.
 Each basic soil series exhibits a characteristic
 profile with a set a soil physical parameters.
 Peculiarity: extensive classification of the total
 area covered

CORINE Land use cover

Source: Daten zur Bodenbedeckung für die BR
 Deutschland, Statistisches Bundesamt,
 Wiesbaden, 1997
 Topicality: period of recording 1985-96
 Resolution: 1:100,000, areal structures > 25 ha,
 linear structures > 100 m
 Contents: 3 levels of aggregation regarding land
 utilisation
 - upper level – 5 categories
 - intermediate level – 15 categories
 - lower level – 36 categories (44
 europe wide)

The CORINE project represents a land use clas-
 sification system for the whole of Europe, which is to
 be updated with a frequency of about 10 years.

6.2.3 GIS-Bearbeitungsschritte

Alle 3 GIS-Datenquellen wurden über ihren Raumbezug einer Verschneidung unterzogen (räumliches Over-lay), wobei 575515 Einzelflächen entstanden, die in der Regel Informationen zu allen 3 Sachthemen enthielten. Infolge der unterschiedlichen Erfassungsgenauigkeit entstanden an den Außengrenzen der Bundesrepublik, insbesondere im Küstengebiet, jedoch 3160 Flächen mit einem vernachlässigbaren Flächeninhalt von insgesamt 35,7 km², die nur Informationen von einer oder zweier GIS-Datenquellen besaßen. Diese Flächen wurden eliminiert, da sie wegen unvollständiger Informationen keiner allgemeinen Auswertung zugänglich sind. Um den Datenumfang weiter zu reduzieren, wurden 175476 Fallgruppen als Kombination unterschiedlicher Administration, Boden und Landnutzung identifiziert, wobei Flächenanteile einer Kombination < 1 m² nicht berücksichtigt wurden. Diese Tabelle („kombination_administration_buek1000_corine“) stellt die Basis für jegliche weitere Auswertungen, Selektionen und Aggregationen dar.

6.2.4 Auswertung der Sachdaten

Um die konkrete Aufgabenstellung zu lösen, wurde über die Tabelle mit sämtlichen Kombinationen aus Administration, Boden und Landnutzung mittels einer Abfrage („Organische Böden in landwirtschaftlicher Nutzung“) nur diejenigen ausgewählt, die die Kriterien der landwirtschaftlichen Nutzung (corine_c_ns1 = 200 = „Landwirtschaftliche Flächen“) und der organischen Böden (buek1000_c_leitbodart = 6,7 = „Niedermoorboden, Hochmoorboden“) erfüllen. Diese virtuelle Tabelle (Abfrage) dient als Grundlage für eine weitere Aggregation zu der Ergebnistabelle („Organische Böden in landwirtschaftlicher Nutzung – Kreuztabelle“), die in übersichtlicher Form auf Kreisbasis eine Flächenstatistik der landwirtschaftlichen Nutzung der organischen Böden insgesamt und unterteilt nach Ackerland, Grünland, Dauerkulturen und sonstiger heterogener Nutzung entsprechend der CORINE-Nomenklatur beschreibt.

Die Lage und Ausdehnung der organischen Böden geht aus Abb. 7 hervor.

6.2.3 GIS Processing

All three 3 GIS sources were intersected using their spatial information (spatial over-lay), resulting in 575515 single areas, which – as a rule – contained information covering all three subjects. As a result of the different resolutions, areas were constructed at the borders of the Federal Republic, which contained information for one or two data sources only. These 3160 areas were primarily located in the coastal regions and covered a total area of 35.7 km². These areas were eliminated due to incomplete information, as they could not be analyzed any further. In order to reduce the amount of data further, 175476 cases were identified as combinations of different administration, soil and land use. Areas covering less than 1 m² were not considered. The resulting table („kombination_administration_buek1000_corine“) provides the basis for all subsequent analysis, selection and aggregations processes.

6. 2.4 Data Analysis and Evaluation

In order to obtain the results needed, the table combining administrative, soil and land use information was sorted for those areas which showed histosols under agricultural management („Organische Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung“), i.e. meeting both the criteria of agricultural land use (corine_c_ns1 = 200 = „cultivated areas“) and of histosols (buek1000_c_leitbodart = 7,7 = „blanket bog soil, raised bog soil“). This table served as base for the aggregation in to the table of results, which quantifies the distribution and areas of histosols, differentiated as arable land, grass land, permanent cultures or other heterogeneous land use according to the CORINE nomenclature.

The location and extension of histosols is shown in Fig. 7.

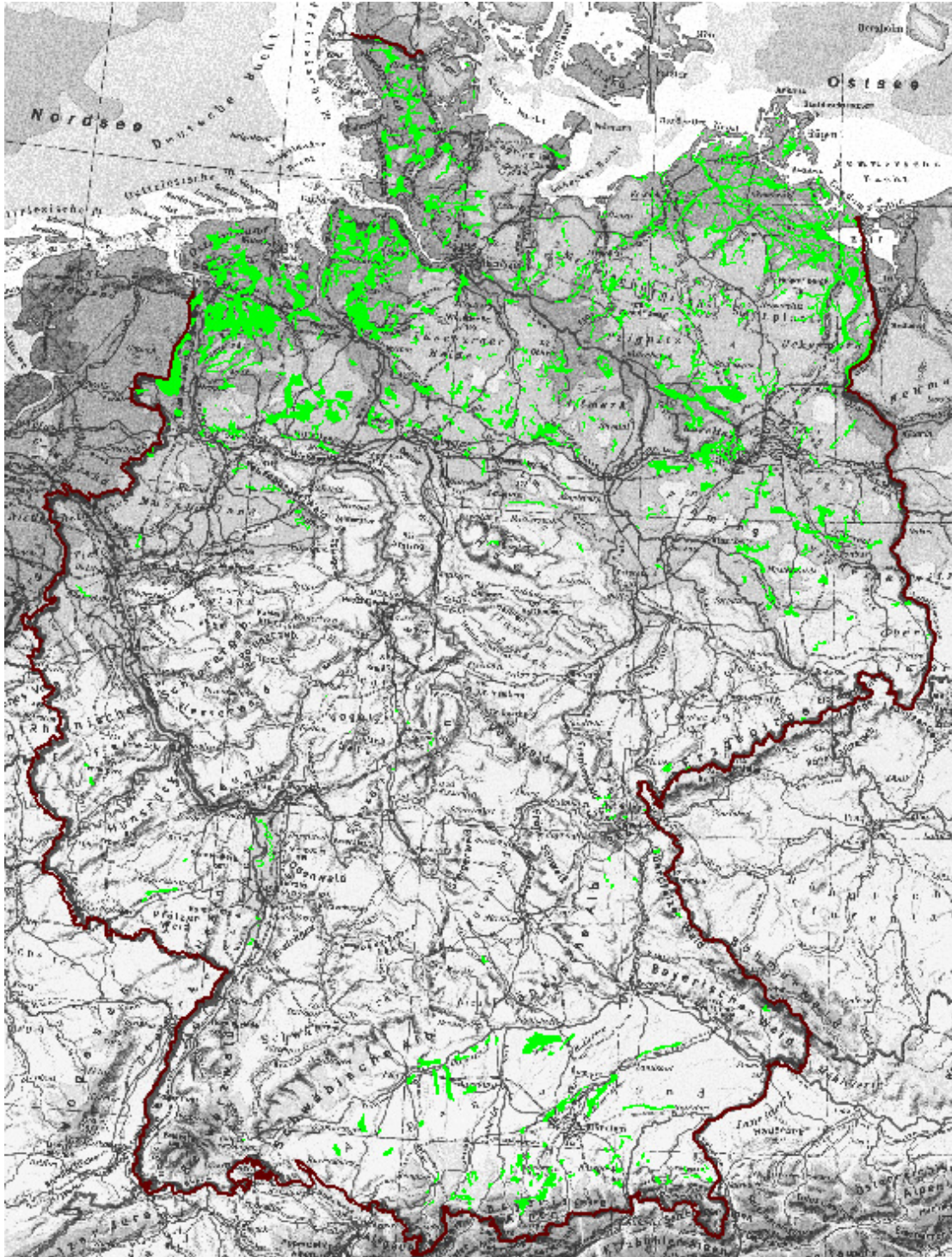


Figure 7: Distribution of cultivated histosols in Germany

6.3 Regressionsbeziehungen zur Berechnung der Methan-Emission von Rindern ("enteric fermentation")

Peter Lebzien¹⁵ und Ulrich Dämmgen¹⁶

6.3.1 Einfacheres Verfahren

Das einfachere Verfahren übernimmt die festen Emissionsfaktoren von IPCC (1996), d.h. für Milchkühe von 100 kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄ im Hinblick auf eine Milchleistung von 4200 kg Tier⁻¹ a⁻¹, für Mastrinder von 47 kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄ ohne Angabe der Leistung und für Schafe von 8 kg Tier⁻¹ a⁻¹ CH₄.

6.3.2 Detailliertere Beschreibungen der Methan-Freisetzung bei Wiederkäuern

6.3.2.1 Der IPCC-Grundansatz

In Übereinstimmung mit den IPCC Guidelines (1996) wird die Methan-Emission nach Gl. (1) (IPCC, 1996, Gl. 14) ermittelt (hier leicht umgeformt):

$$E_{\text{CH}_4} = \alpha \cdot \frac{r_c \cdot I_E}{c_E} \quad (1)$$

where	E_{CH_4}	methane emission in kg animal ⁻¹ a ⁻¹
	α	365 d a ⁻¹
	r_c	conversion rate (0.06 ± 0.005 kg kg ⁻¹)
	I_E	energy input in MJ animal ⁻¹ d ⁻¹
	c_E	energy content of methane (55.65 MJ kg ⁻¹)

Dabei wird die Aufnahme an Bruttoenergie I_E aus dem „Bedarf der Tiere an Nettoenergie“, „Nettoenergie/verdaulicher Energie“ und der „Verdaulichkeit der Energieträger“ geschätzt, deren einzelne Glieder separat bestimmt werden müssen.

Dies setzt voraus, dass die Tiere wirklich bedarfsgerecht ernährt werden und die Verdaulichkeit der Energieträger sowie die Höhe der Aufnahme an verdaulicher Energie bekannt sind.

Außerdem wird eine „conversion rate“ von 6,0 % ± 0,5 % angenommen, die jedoch noch nicht ausreichend belegt ist. (IPCC, 1996: „Data on methane conversion rates are also not generally available“)

Die in Deutschland verfügbaren statistischen Daten lassen die Verwendung der bei IPCC (1996) angegebenen Beziehungen nicht zu.

6.3 Regression based relations for the calculation of methane emissions of cattle (enteric fermentation)

Peter Lebzien¹⁵ and Ulrich Dämmgen¹⁶

6.3.1 Simpler methodology

The simpler methodology makes use of constant emission factors as described in IPCC (1996), i.e. 100 kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄, considering a milk yield of 4200 kg a⁻¹, 47 kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄ for beef cattle without reference to animal performance, and 8 kg animal⁻¹ a⁻¹ CH₄ for sheep.

6.3.2 Detailed descriptions of methane release from ruminants

6.3.2.1 The basic IPCC approach

In accordance with IPCC (1996), methane emissions are to be calculated using eq. (1), which depicts eq. 14 in IPCC (1996) in a slightly modified form:

Here, the gross energy intake I_E is estimated from the net energy requirements, the ratio of net energy to digestible energy and the digestibility the feed components, each of which has to be determined separately.

This procedure presupposes that animals are fed according to their needs and that the digestibility of the feed components and the input of digestible energy are known.

In addition to that, a conversion rate of 6.0 % ± 0.5 % is assumed, which at present does not seem to be solid knowledge. (IPCC, 1996: „Data on methane conversion rates are also not generally available“)

The statistical data presently available in Germany do not allow making use of the equations listed in IPCC (1996).

¹⁵ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Animal Nutrition, Braunschweig, Germany

¹⁶ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Agroecology, Braunschweig, Germany

6.3.2.2 Weitere Beziehungen zur Berechnung der Methan-Emissionen

Aus Messungen der Methan-Produktion bei Milchkühen und Mastbullen wurden von verschiedenen Autoren Gleichungen zur Ermittlung der Methan-Emission abgeleitet (Benchaar et al., 1998; Hoffmann et al., 1972, Kirchgessner, 1001, 1993; Mills et al. 2001; Yan et al. 2000; Yates et al., 2000).

Im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Aktivitätsdaten haben wir nur solche Beziehungen berücksichtigt, in die Werte zur Kennzeichnung von Futtermitteln aus den DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997) eingehen können. Da in diesen Tabellen keine Werte für die Gehalte an neutraler Detergentienfasern (neutral detergent fibre, NDF) und für die um flüchtige Bestandteile korrigierte Trockenmasse angegeben sind, konnte der Ansatz von Yates et al. (2000) nicht berücksichtigt werden.

In die Modelle von Benchaar et al. (1998) und Mills et al. (2001) gehen u.a. die Löslichkeit von Protein und Stärke, die Abbaubarkeit und Abbauraten der Futtermittel sowie Pansenvolumen und Pansen – pH-Wert ein. Hier existieren in Deutschland keine verwertbaren statistischen Zahlen.

Von den verbleibenden Arbeiten erscheint die von Hoffmann et al. (1972) am ehesten geeignet, die CH₄-Emission mitteleuropäischer Rinder als Funktion von Leistung und Futterzusammensetzung zu beschreiben (Gl. 2 und 3). Die mit ihrer Hilfe unter bekannten Verhältnissen berechneten CH₄-Emissionen dienen deshalb als Referenzgleichungen, mit denen die aus weiteren Beziehungen erhaltenen Emissionen verglichen werden.

Für die verbleibenden Beziehungen (Gl. 4 bis 7) wurden die für zwei extrem unterschiedliche Rationen (vgl. Tab. 4) die errechneten CH₄-Emissionen mit den nach Gl. (2) berechneten verglichen. Die Ergebnisse sind in Tab. 5 zusammengestellt.

6.3.2.2 Other equations used to determine methane emissions

From measurements Benchaar et al. (1998), Hoffmann et al. (1972), Kirchgessner (1001, 1993), Mills et al. (2001), Yan et al. (2000) as well as Yates et al. (2000) derived equations describing methane emissions from dairy and beef cattle.

With respect to the availability of activity data, we considered equations only which could rely on feed characteristics listed in the DLG Futterwerttabellen (feed tables) (DLG 1997). As values of the neutral detergent fibre content (NDF) and for dry matter (corrected for volatile constituents) are not listed in these tables, the approach of Yates et al. (2000) could not be made use of.

The models of Benchaar et al. (1998) and Mills et al. (2000) presuppose knowledge of the solubility of protein and starch, the degradability and the rate of degradation of the feed constituents as well as rumen volume and rumen pH. Of these variables, statistical data cannot be obtained in Germany.

Of the remaining investigations, the one of Hoffmann et al. (1972) seems to be most adequate to quantify CH₄ emissions from cattle in Central Europe as a function of animal performance and feed composition (eqs. 2 and 3). With these equations we calculate CH₄ emissions under defined conditions and use these as reference for a comparison with those emissions obtained from the use of other relations.

The CH₄ emissions obtained from application of the remaining equations (4) to (7) to two extremely different feed compositions (for details see Table 4) were compared with those calculated from eq. (2). The results obtained are summarized in Table 5.

Table 4: Basic assumptions for an intercomparison of methods to derive methane emission factors or functions for dairy cows from animal nutrition data

	Roughage	Concentrates
Diet composition		
Diet A	70 % (grass hay)	30 % (soy bean meal, wheat, barley, rye)
Diet B	30 % (grass hay)	70 % (as above)
Energy contents in dry matter		
Dry matter intake (DMI)	16.74 animal ⁻¹ d ⁻¹	14.35 kg animal ⁻¹ d ⁻¹
Gross energy (GE)	18.16 MJ kg ⁻¹	18.25 MJ kg ⁻¹
Digestible energy (DE)	12.20 MJ kg ⁻¹	15.87 MJ kg ⁻¹
Metabolizable energy (ME)	9.40 MJ kg ⁻¹	12.87 MJ kg ⁻¹
Properties of dairy cows		
Live weight (w)	630 kg animal ⁻¹	
Fat corrected milk yield (FCM)	7600 kg animal ⁻¹ a ⁻¹	
Level of feeding (L)	2.85	
Required gross energy inputs		
Diet A	305 MJ animal ⁻¹ d ⁻¹	
Diet B	260 MJ animal ⁻¹ d ⁻¹	

Aus den bei Hoffmann et al. (1972) beschriebenen Beziehungen zur Berechnung des Energieäquivalents der CH₄-Emission lässt sich die Emission gemäß Gl. (2) und (3) berechnen:

$$E_{\text{CH}_4} = \frac{\alpha}{c_E} \cdot H_{\text{CH}_4} = \frac{\alpha}{c_E} (\beta_2 + \gamma_2 \cdot GE - \delta_2 \cdot L) \quad (2)$$

and

$$E_{\text{CH}_4} = \frac{\alpha}{c_E} \cdot H_{\text{CH}_4} = \frac{\alpha}{c_E} (\beta_3 + \gamma_3 \cdot DE - \delta_3 \cdot L) \quad (3)$$

for gross energy and digestible energy inputs, respectively,

where	E_{CH_4}	methane emission in kg animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄
	α	365 d a ⁻¹
	c_E	energy content of methane (55.65 MJ kg ⁻¹)
	H_{CH_4}	energy equivalent of methane emitted (MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	β	constant ($\beta_2 = 7.807$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹ , $\beta_3 = 7.782$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	γ	factor ($\gamma_2 = 0.054$ MJ MJ ⁻¹ , $\gamma_3 = 0.099$ MJ MJ ⁻¹)
	GE	gross energy (MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	DE	digestible energy (MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	δ	factor ($\delta_2 = 1.19$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹ , $\delta_3 = 2.60$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	L	level of feeding (MJ MJ ⁻¹), describing the ratio of energy intake to maintenance requirement

Kirchgessner et al. (1991, 1993) bestimmten experimentell die CH₄-Emissionen von Milchkühen (Milchleistungen zwischen 7,5 und 25,7 kg Tier⁻¹ d⁻¹, Lebendgewicht zwischen 450 und 725 kg Tier⁻¹) und Mastrindern. Die Ergebnisse waren mit denen anderer Forschergruppen vergleichbar. Sie untersuchten die Möglichkeit, die CH₄-Emissionen mit vereinfachten Regressionen zu beschreiben:

Die CH₄-Emission als Funktion der Aufnahme an Rohnährstoffen ist in Gl. (4) beschrieben:

$$E_{\text{CH}_4} = \alpha \cdot (\beta_4 + \gamma_4 \cdot I_{\text{cf}} + \delta_4 \cdot I_{\text{nfe}} + \varepsilon_4 \cdot I_{\text{cp}} - \zeta_4 \cdot I_{\text{ee}}) \quad (4)$$

where	E_{CH_4}	methane emission (g animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	α	365 d a ⁻¹
	β_4	constant ($\beta_4 = 63$ g animal ⁻¹ d ⁻¹ CH ₄)
	γ_4	factor ($\gamma_4 = 80$ g kg ⁻¹ CH ₄)
	I_{cf}	intake of crude fibre (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)
	δ_4	factor ($\delta_4 = 11$ g kg ⁻¹ CH ₄)
	I_{nfe}	intake of N-free extracts (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)
	ε_4	factor ($\varepsilon_4 = 19$ g kg ⁻¹ CH ₄)
	I_{cp}	intake of crude protein (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)
	ζ_4	factor ($\zeta_4 = 195$ g kg ⁻¹ CH ₄)
	I_{ee}	intake of ether extract (crude fat) (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)

R² = 0.659

Die CH₄-Emission nicht-laktierender Milchkühe, Färsen und Mastrinder als Funktion des Raufutter-Anteils, der Futteraufnahme und des Lebendgewicht wird mit Hilfe von Gl. (5) beschrieben:

From the equations given by Hoffmann et al. (1972) to calculate the energy equivalent of the CH₄ emissions, the emissions themselves can be calculated as in eqs. (2) and (3):

In experiments, Kirchgessner et al (1991, 1993) assessed CH₄ emissions from dairy and beef cattle (milk yield between 25,7 kg animal⁻¹ d⁻¹, live weight between 450 und 725 kg animal⁻¹). The data obtained fitted the results of other experiments described in the literature. They also tested whether and to what extent CH₄ emissions could be derived from regression equations:

CH₄ emission as a function of the intake of crude nutrients are described in eq. (4)

The CH₄ emission of non lactating dairy cattle, heifers and beef cattle as a function of the proportion of roughage within the diet, feed intake and live weight can be described with eq. (5):

$$E_{CH_4} = \alpha \cdot I_{DM} \cdot (\beta_5 + \gamma_5 \cdot x_{roughage} + \delta_5 \cdot W - \varepsilon_5 \cdot I_{DM}) \quad (5)$$

where	E_{CH_4}	methane emission (g animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	α	365 d a ⁻¹
	I_{DM}	intake of dry matter (kg animal ⁻¹ d ⁻¹ DM)
	β_5	constant ($\beta_5 = 10.9$ g kg ⁻¹ CH ₄)
	γ_5	factor ($\gamma_5 = 0.121$ g kg ⁻¹ CH ₄)
	$x_{roughage}$	percent roughage of DM
	δ_5	factor ($\delta_5 = 0.109$ g kg ⁻¹ CH ₄)
	W	metabolic live weight (kg animal ⁻¹)
	ε_5	factor ($\varepsilon_5 = 0.648$ g kg ⁻¹ CH ₄)

and	W	$W = \{w\}^{0.75}$ in kg animal ⁻¹
	w	live weight (kg animal ⁻¹)

$$R^2 = 0.408$$

Aus Experimenten mit Grassilagefütterung, die von Yan et al. (2000) veröffentlicht wurden, folgerten wir Gl. (6):

Following the results obtained from experiments with grass silage published by Yan et al. (2000), we derived eq. (6):

$$E_{CH_4} = \frac{\alpha}{c_E} \cdot H_{CH_4} = \frac{\alpha}{c_E} \cdot \left(I_{DE} \cdot \left(\beta_6 + \gamma_6 \cdot \frac{I_{rDM}}{I_{DM}} \right) - \delta_6 \cdot (L - 1) \right) \quad (6)$$

where	E_{CH_4}	methane emission (g animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	α	365 d a ⁻¹
	c_E	energy content of methane (55.65 MJ kg ⁻¹)
	H_{CH_4}	energy equivalent of methane emitted (MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	I_{DE}	intake of digestible energy (MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	β_6	constant ($\beta_6 = 0.096$)
	γ_6	factor ($\gamma_6 = 0.035$)
	I_{rDM}	intake of roughage dry matter (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)
	I_{DM}	intake of total dry matter (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)
	δ_6	factor ($\delta_6 = 2.298$ MJ animal ⁻¹ d ⁻¹)
	L	level of feeding (MJ MJ ⁻¹)

$$R^2 = 0.89$$

Kirchgessner et al. (1991) bezogen die CH₄-Emission von laktierenden Milchkühen auf Milchleistung und Lebendgewicht ohne Berücksichtigung der Fütterung (Gl. 7):

Kirchgessner et al. (1991) related CH₄ emissions of lactating dairy cows on milk yield and live weight without consideration of the respective diet (eq. 7).

$$E_{CH_4} = \alpha \cdot (\beta_7 + \gamma_7 \cdot Y + \delta_7 \cdot W) \quad (7)$$

with (C) feeding diet based on dried grass
(D) feeding diet based on maize silage

where	E_{CH_4}	methane emission (g animal ⁻¹ a ⁻¹ CH ₄)
	α	365 d a ⁻¹
	β_7	constant C: $\beta_7 = 55$ g animal ⁻¹ d ⁻¹ CH ₄ D: $\beta_7 = 26$ g animal ⁻¹ d ⁻¹ CH ₄
	γ_7	factor C: $\gamma_7 = 4.5$ g kg ⁻¹ D: $\gamma_7 = 5.1$ g kg ⁻¹
	Y	milk yield (kg animal ⁻¹ d ⁻¹)
	δ_7	factor C: $\delta_7 = 1.2$ g kg ⁻¹ d ⁻¹ CH ₄ D: $\delta_7 = 1.8$ g kg ⁻¹ d ⁻¹ CH ₄
	W	metabolic live weight (kg animal ⁻¹)

$$C: R^2 = 0.435; D: R^2 = 0.387$$

Tabelle 5 stellt die Ergebnisse zusammen, die sich aus der Anwendung der Gleichungen (1) bis (7) auf die oben angegebenen Rationen ergeben:

Table 5 summarizes the results obtained from the application of eqs. 1 to 7 with respect to the diets described above.

Table 5: Intercomparison of results obtained applying eqs (1) to (7) to the diet composition given in Table 1 (Emissions E_{CH_4} in $kg\ animal^{-1}\ a^{-1}\ CH_4$)

Equation	(1) ¹⁷	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Diet A	120	137	147	148	136	149	109
Diet B	103	121	140	106	99	120	109

6.3.3 Bewertung der Ergebnisse

Gl. (6) erscheint als die plausibelste aller Gleichungen und besitzt das höchste Bestimmtheitsmaß. Die Gl. (3), (4) und (6) liefern für die Ration A die gleichen Emissionen. Wir nehmen deshalb an, dass zumindest diese Regressionen sinnvolle Werte liefern. Sie widersprechen allerdings den nach Gl. (1) (IPCC) ermittelten Werten.

Die Gl. (2) und (3) benutzen Energieaufnahme und Leistung als Parameter. Für beide Rationsgestaltungen ist Gl. (2) nicht anwendbar. Gl. (3) trifft die Emissionen bei Ration A gut; bei Ration B erweist sie sich als unbrauchbar.

Gl. (5) erweist sich für beide Rationen als größenordnungsmäßig richtig, wenngleich die Absolutbeträge geringer sind. Gl. (6) gibt nur die Emissionen für Ration A zutreffend wieder.

In Gl. (4) ist die CH_4 -Freisetzung auf die relevanten Größen der Futteraufnahme zurückgeführt. Die benötigten Daten sind allerdings aus statistischen Daten nicht verfügbar. Ersatzweise werden deshalb Beziehungen gesucht, die mit Gl. (4) über Regressionsrechnungen verknüpft sind (d.h. aus dem gleichen Experiment gewonnen wurden), gleichwohl aber auf statistisch verfügbare Parameter zurückgreifen.

Die aus Regressionen mit verringerten Anzahlen von Variablen gewonnenen Regressionen – wie etwa Gl. (7) – weisen verringerte Bestimmtheitsmaße auf; außerdem weichen die Absolutbeträge von den als richtig erachteten deutlich ab. Keine dieser Regressionen lässt sich also befriedigend zur Abschätzung der Emissionen heranziehen.

6.3.3 Evaluation of Results

By and large, eq. (6) appears to be the most plausible of all approaches; it has at the same time the highest correlation coefficient. For diet A, eqs (3), (4) and (6) yield the same results. Thus we assume that the results of these regressions are sensible. However, they contradict the results obtained using the IPCC procedure (eq. 1).

Eqs (2) and (3) reflect the use of energy uptake and animal performance as parameters. However, eq. (2) is obviously not applicable to both diets. Eq. (3) meets the expectations for diet A; it is useless when describing diet B.

For both diets, eq. (5) calculates results whose order of magnitude is appropriate, even if the absolute results are comparatively small. Eq. (6) reproduces only emissions for diet A satisfactorily.

In eq. (4), CH_4 emissions are related to the relevant amounts of feed intake. However, the data needed are not available from Germany statistics. As an alternative, equations were looked for which are deduced from the same experiments as for eq. (4) and related to eq. (4) with regressions analysis, which at the same time to require statistically available data only.

Equations such as eq. (7), which were obtained from a reduced set of parameters, show comparatively small correlation coefficients, and their results deviate from those considered to reflect the true situation. None of the regressions can be used to estimate emissions satisfactorily.

¹⁷ Assumptions: conversion rate: 6.0%; GE is not deduced from energy requirements – data listed above are used instead. The implied methane conversion rate, expressed in % of GE, is between 5.4 and 7.4 % for diet A and 5.8 and 8.2 % for diet B, which is in line with the IPCC (1996) value of 6.0 % ± 0.5 %.

6.3.4 Verfügbarkeit von Aktivitätsdaten

Da das Ernährungsniveau L als Vielfaches vom Erhaltungsbedarf von der Leistung der Tiere (kg Milch bzw. kg Gewichtszunahme) abhängt, lässt es sich aus dieser nach den Vorgaben der (deutschen) Gesellschaft für Ernährungsphysiologie errechnen. Die Schätzung der Aufnahme an GE ist leichter und mit weniger Fehlermöglichkeiten behaftet als die Schätzung von DE oder ME, da sich der GE-Gehalt der Futtermittel kaum unterscheidet (Siehe Tab. 4 am Beispiel: Raufutter – Kraftfutter). Es wird deshalb im Prinzip vorgeschlagen, die Gleichung (2) als Grundlage für die Schätzung der CH₄-Emissionen aus dem Verdauungstrakt von Wiederkäuern zu nutzen. Die Anwendung scheitert jedoch zurzeit noch an der Datenverfügbarkeit auf Kreisebene.

Als Übergangslösung wird zunächst deshalb Gl. (7) angewandt.

6.3.5 References

- Benchaar C, Rivest J, Pomar C, Chiquette J (1998) Prediction of methane production from dairy cows using existing mechanistic models and regression equations. *J Anim Sci* 76: 617-627
- DLG – Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (1997) Futterwerttabellen (Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt/Main)
- Hoffmann L, Jentsch W, Wittenburg H, Schiemann R (1972) Die Verwertung von Futterenergie für die Milchproduktion. *Arch Tierernährg.* 22: 721 – 742
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1996) Revised 1996 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 3. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. Bracknell : IPCC WGI Technical Support Unit
- Kirchgessner M, Windisch W, Müller HL, Kreuzer M (1991) Release of methane and of carbon dioxide by dairy cattle. *Agrobiol Res* 44: 103-113
- Kirchgessner M, Roth FX, Windisch W (1993) Verminderung der Stickstoff- und Methanausscheidung von Schwein und Rind durch die Fütterung. *Übers Tierernährg* 21: 89-120
- 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
- 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
- Yates CM, Cammell SB, France J, Beever DE (2000) Prediction of methane emissions from dairy cows using multiple regression analysis. *Ann. Meeting BSAS, March 2000, Proc. Br. Soc. Anim. Sci.*, pg 94

6.3.4 Availability of Activity Data

As the level of feeding (L) as a multiple of the maintenance requirements is a function of the animals' performance (e.g. milk yield or weight gain), it can be deduced from information provided by the (German) Society of Nutrition Physiology. The estimate of the intake of GE is comparatively simple and contains less errors than the estimate of DE or ME, as the GE contents of feeds does not vary a lot (cf roughage and concentrates in Table 4). In principle the use of eq. (2) is proposed to estimate CH₄ emissions from entric fermentation of ruminants. However, the application fails due to lack of data on the district level.

Thus, eq. (7) will be applied as a temporary way to assess emissions.

6.4 Inkonsistenz der Zeitreihen der Tierzahlen

Ulrich Dämmgen¹⁸

Im Jahre 1998 wurde das Agrarstatistikgesetz geändert (BML 1998). Im Jahre 1999 fanden deshalb erstmals die Erfassungen der Tierbestände im Mai anstelle von November statt. Darüber hinaus wurden die Erfassungsgrenzen geändert. Wesentlich für die Emissionsinventare ist, dass

- die Mindestgröße der erfassten Betriebe mit nunmehr 2 ha ist (gegenüber 1 ha)
- Mindestanzahl von 8 Rindern oder Schweinen beträgt (gegenüber 1 Rind, 1 Zuchtschwein oder 3 Schweinen)
- die Mindestanzahl der gehaltenen Schafe nunmehr 20 Tieren ist (gegenüber 3 Tieren),
- die Mindestanzahl von 200 Stück Geflügel (gegenüber 20),
- die Haltung von Pferden als Kriterium entfällt und
- ausschließlich landwirtschaftliche Betriebe berücksichtigt werden. Sonstige Viehhalter bleiben nunmehr unberücksichtigt.

Daraus ergeben sich systematische Abweichungen der Tierzahlen für 1999 gegenüber dem Vorjahr, die für die einzelnen Tierarten unterschiedlich bedeutend sind.

Stellvertretend soll an einer Untersuchung des Landes Thüringen verdeutlicht werden, welche Ausmaße diese Änderung der Erfassungsgrenze haben kann (Tab. 6):

6.4 Inconsistencies regarding the time series of animal numbers

Ulrich Dämmgen¹⁸

In 1998, the German legislation on agricultural statistics changed (BML 1998). Thus, in 1999, the annual census to assess animal numbers took place in May for the first time. In addition, the limits of recording changed. For emission inventories, the following details are important:

- the minimum size of registered farms is 2 ha (in contrast to 1 ha before)
- the minimum number of animals is 8 cattle or pigs (in contrast to 1 cattle, 1 sow or 3 pigs before)
- the minimum number of sheep is 20 (in contrast to 3 before)
- the minimum number of poultry is 200 (in contrast to 20)
- the number of horses is not a criterion any more
- the census deals with agricultural enterprises exclusively. Other livestock owners are not considered any more.

The new census results in animal number for 1999 which may differ considerably from those of the previous years. This effect is different for the single animal categories.

Exemplary results obtained for Thuringia are shown in Table 6. They illustrate the extent of changes resulting from the change in agricultural statistics.

Table 6: Differences in animal numbers related to the change in agricultural statistics due to the 1998 changes in legislation (TMLNU 2000)

Category	difference (old – new)/new (%)
Cattle	1.2
Pigs	1.3
Sheep	10.6
Horses	40.3
Poultry	4.3

Die Auswirkungen auf die Güte des Emissionsinventars sind freilich gering. Zum einen sind Pferde und Schafe nur mit vergleichsweise geringen Beiträgen an den Gesamtemissionen beteiligt. Zum anderen ist die Anzahl der Pferde ohnehin höchst ungenau, da auch mit der alten Agrarstatistik nicht alle Pferde erfasst wurden.

Nevertheless are the effects on the quality of the emission inventory small: The contribution of horses and sheep to the emission totals is comparatively small. For horses, animal numbers are inaccurate anyway. Even the old agricultural census was unable to identify the correct number of horses.

¹⁸ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Agroecology, Braunschweig, Germany

References

- BML – Bundesminister für Landwirtschaft (1998) Neufassung des Agrarstatistikgesetzes. Bundesgesetzblatt, Teil 1, Nr. 40, pp 1635 – 1851
- TLMNU – Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (2000) Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 1999. http://www.tll.agb99/pdf/agb99_5.pdf

6.5 Mögliche Bedeutung der Emissionen von biogenen Schwefel-Spezies aus der Tierhaltung

Ulrich Dämmgen¹⁹

Die Schätzung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen ergab eine erhebliche Emission von Schwefel-Spezies, im Wesentlichen von Dimethylsulfid (DMS) bei den Säugetieren (etwa zwei Drittel der Gesamt-S-Emission) und Dimethyldisulfid (DMDS) bei Geflügel (etwa ein Drittel der Gesamt-S-Emission). Der Anteil an der Gesamt-Emission an S-Spezies ist damit so hoch, dass das chemische Schicksal dieser Spezies einer näheren Betrachtung bedarf.

Alle S-Spezies werden zu SO₂ und zu H₂SO₄ oxidiert. Methylierte Spezies entstehen ebenfalls. Die Reaktionswege verlaufen für die hauptsächlich zu betrachteten Spezies DMS und DMDS unterschiedlich, lassen sich aber auf folgende Hauptwege zurückführen (Möller 2003 und dort zit. Lit.):

DMS:

Etwa zwei Drittel des DMS reagieren wahrscheinlich mit OH-Radikalen zu

- Methansulfonsäure (MSA) CH₃-S(O₂)-OH und zum
- Dimethylsulfon (DMSO₂) CH₃-S(O₂)-CH₃.

Dieser Reaktionsweg führt nicht zur Bildung von SO₂. Die Reaktionsprodukte, insbesondere MSA, sind an der Bildung von Kondensationskeimen beteiligt und dürfen so im Wesentlichen durch nasse Deposition aus der Atmosphäre entfernt werden und dann ihre versauernde Wirkung entfalten.

Ein Drittel des DMS reagiert mit OH-Radikalen zu

- Schwefeldioxid SO₂ und zu
- Schwefelsäure H₂SO₄.

Diese werden trocken und nass deponiert. Ein nennenswerter Beitrag zur Erhöhung der SO₂-Konzentrationen wird hiervon vermutlich nicht ausgehen. Die Gesamtmenge wird dennoch versauernd wirken.

Die mittlere Verweildauer von DMS in der Atmosphäre wird mit größenordnungsmäßig einem Tag angegeben.

6.5 Potential Importance of the Emissions of Biogenic Sulfur Species from Animal Husbandry

Ulrich Dämmgen¹⁹

The first estimate of volatile organic compounds revealed a considerable emission of sulfur species, mainly as dimethyl sulfide (DMS) from mammals (two thirds of the total) and dimethyl disulfide (DMDS) from poultry (one third of the total). The overall emissions of these species are so high that their chemical fate needs to be considered.

All S species are oxidized to form SO₂ and H₂SO₄. Also, methylated species are formed. The reaction pathways for the major species DMS and DMDS differ from one another. However, the main reaction pathways can be described as follows (Möller et al. 2003, and literature cited therein):

DMS:

Approximately two thirds of the DMS released react with OH radicals forming

- methane sulfonic acid (MSA) CH₃-S(O₂)-OH and
- dimethyl sulfone (DMSO₂) CH₃-S(O₂)-CH₃.

These reactions do not result in the formation of SO₂. The reaction products, MSA in particular, play a role in the formation of condensation nuclei and should be removed from the atmosphere primarily by wet deposition, thus exhibiting their acidifying properties.

One third of the DMS reacts with OH radicals to form

- sulfur dioxide (SO₂) and
- sulfuric acid (H₂SO₄).

Both species are deposited dry and wet. A considerable increase of SO₂ concentrations is not likely to occur. However, both species will contribute to acidification.

The mean atmospheric lifetime of DMS is in the order of magnitude of a day.

¹⁹ Federal Agricultural Research Centre, Institute of Agroecology, Braunschweig, Germany

DMDS:

DMDS reagiert in der Atmosphäre deutlich schneller als DMS. Als mittlere Verweildauer werden Minuten angegeben. Die Reaktion mit OH führt zur Bildung von Methansulfensäure $\text{CH}_3\text{-S-OH}$ und von Methylschwefel-Radikalen. Die Reaktion von Methansulfensäure sollte zu MSA führen (Finlayson-Pitts & Pitts 1986), die des Radikals zu SO_2 und H_2SO_4 .

DMDS:

Within the atmosphere, DMDS reacts much faster than DMS. Its mean lifetime is minutes. The reactions with OH radicals result in the formation of methane sulfenic acid $\text{CH}_3\text{-S-OH}$ and methyl sulfide radicals ($\text{CH}_3\text{-S}$). Methane sulfenic acid should react to form MSA (Finlayson-Pitts & Pitts 1986); the reaction products of the radical should be SO_2 and H_2SO_4 .

References

- Finlayson-Pitts BJ, Pitts JN (1986) Atmospheric Chemistry. Fundamentals and Experimental Techniques. Wiley, New York, 1098 pp
Möller D (2003) Luft. Chemie, Physik, Biologie, Reinhaltung, Recht. de Gruyter, Berlin, 750 pp

