

Brigitte Eurich-Menden, Helmut Döhler und Herman Van den Weghe

# Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar – Teil 2: Geflügel und Mastschweine

Die jährliche Emissionsberichterstattung für Ammoniak der deutschen Landwirtschaft ist ein wichtiger Bestandteil internationaler Vereinbarungen und wird vom Institut für Agrarrelevante Klimaforschung des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI), Braunschweig, in enger Zusammenarbeit mit dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt, erstellt. Wichtige Voraussetzung für die Erstellung dieser Inventare ist die Kenntnis über die Anzahl der Quellen und die emittierten Mengen. Im Bereich der Tierhaltung sind hierzu die Angaben über die Tierzahlen und die Emissionsmengen pro Tierplatz notwendig, die u. a. aus Stallanlagen freigesetzt werden. In diesem Beitrag werden die aktualisierten Emissionsfaktoren und Minderungspotenziale für die Bereiche Geflügel und Mastschweine vorgestellt.

## Schlüsselwörter

Ammoniakemissionsfaktoren, Minderungsmaßnahmen, Geflügel, Mastschweine

## Keywords

Ammonia emission factors, abatement measures, poultry, fattening pigs

## Abstract

Eurich-Menden, Brigitte; Döhler, Helmut and Van den Weghe, Herman

Ammonia emission factors within the agricultural emission inventory – Part 2: Poultry and fattening pigs

Landtechnik 66 (2011), no. 1, pp. 60–63, 4 tables, 2 references

The annual emissions report covering ammonia within German agriculture represents an important component of international agreements and is produced by the Institute of Agricultural Climate Research of the Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig, in close coopera-

tion with the Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), Damstadt. Important prerequisites for the preparation of these inventories comprise information on the number of sources and the amounts emitted. Necessary within the animal husbandry sector in this context is information on livestock numbers and the amount of emissions per animal place coming from, among other sources, livestock housing. Presented in this report are the updated emission factors for the poultry and fattening pigs sector.

Die Überprüfung der Emissionsfaktoren in der Geflügel- und Schweinehaltung ist von besonderer Bedeutung, da im Bereich der Geflügelhaltung aufgrund neuer Haltungssysteme neue Emissionsfaktoren benötigt werden und Mastschweine neben Milchvieh eine Hauptquellengruppe von Ammoniak im landwirtschaftlichen Emissionsinventar sind. Die Vorgehensweise zur Überprüfung und Ableitung der Emissionsfaktoren (E-Faktoren) und der Minderungspotenziale ist in [1] näher erläutert. Die Überprüfung der Ammoniakemissionsfaktoren und weiterer Minderungsmaßnahmen wurde erneut von der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ übernommen, deren Mitglieder am Ende des Artikels aufgeführt sind.

Tab. 1

Ammoniakemissionsfaktoren für verschiedene Legehennenhaltungsverfahren (abgestimmt von der KTBL Agru 4/2010)

Haltungsverfahren Legehennen	Emissionsfaktor $\text{NH}_3$ [ $\text{g} \cdot \text{Platz}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ ] <sup>1)</sup>
Kleingruppenhaltung <sup>2)</sup> , unbelüftetes Kotband, Entmistung einmal pro Woche	150
Kleingruppenhaltung <sup>2)</sup> , belüftetes Kotband, Entmistung einmal pro Woche	40
Bodenhaltung mit Volierengestellen, unbelüftetes Kotband, Entmistung zweimal pro Woche <sup>3)</sup>	56
Bodenhaltung mit Volierengestellen, unbelüftetes Kotband, Entmistung einmal pro Woche <sup>3)</sup>	91
Bodenhaltung mit Volierengestellen, belüftetes Kotband, Entmistung einmal pro Woche <sup>3)</sup>	46
Bodenhaltung, Kotbunker, ganzjährige Lagerung des Kots im Stall <sup>3)</sup>	315

<sup>1)</sup> Angabe in Ammoniak. <sup>2)</sup> Begriff in Deutschland; in der EU wird das Haltungsverfahren als „ausgestalteter Käfig“ bezeichnet, der sich durch ein geringeres Platzangebot auszeichnet. <sup>3)</sup> Emissionen aus dem Stallbereich, ohne den Anteil der Auslaufhaltung.

### Ammoniakemissionsfaktoren Geflügel

Nach Sichtung der Literatur und den neuesten Ergebnissen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie werden die Legehennenhaltungsverfahren und die Emissionsfaktoren neu zusammengestellt (**Tabelle 1**). Auf die Angabe von Emissionsfaktoren zur bisherigen Käfighaltung wird verzichtet, da diese in Deutschland nicht mehr zur Anwendung kommt. Betrachtet werden nur Emissionen aus dem Stall einschließlich Kaltscharraum; das Kotlager wird nicht be-

rücksichtigt. Es wird von einer entsprechenden trockenen Bewirtschaftung ausgegangen. Bei Auslaufhaltung (Boden- oder Volierenhaltung plus Auslauf) erhöht sich der Emissionsfaktor um 10 %. Bei der Volierenhaltung werden in Deutschland kompakte, geschlossene und offene Systeme eingesetzt. Die Unterschiede in diesen Systemen haben auf die Ammoniakemissionen keinen entscheidenden Einfluss. Für die noch zu beschreibenden Staubemissionen ist dies jedoch nicht auszuschließen. Vor diesem Hintergrund müssen die Verfahren noch detailliert beschrieben werden.

### Minderungsmaßnahmen

Die Minderungsprozente sind in den Emissionsfaktoren der jeweiligen Haltungsverfahren berücksichtigt und lassen sich nicht gesondert ausweisen. Als baulich-technische Maßnahmen sind das Kotband und die Belüftung des Kotbandes berücksichtigt. Welchen Einfluss die Kotlagerung außerhalb des Stalles auf die Emissionen hat, kann aufgrund fehlender Emissionsdaten nicht festgelegt werden. Die Entmistungsintervalle des Kotbandes hingegen spielen eine wichtige Rolle für die Emissionsminderung. Als Standard wird von einer wöchentlichen Entmistung der Kotbänder ausgegangen, besser ist eine Entmistung zweimal pro Woche. Die Kotbandbelüftung sollte mit mindestens 0,4 bis 0,5 m<sup>3</sup> pro Tier und Stunde durchgeführt werden.

**Tabelle 2** fasst Ammoniakemissionsfaktoren und einige Minderungsmaßnahmen in der Junghennen- und Mastgeflügelhaltung zusammen. Da nur wenige Informationen zu den Minderungsmaßnahmen im Geflügelbereich vorliegen, wird auf eine Kategorisierung wie in der Schweine- und Milchviehhaltung verzichtet.

Tab. 2

Ammoniakemissionsfaktoren und Minderungsmaßnahmen in der Junghennen- bzw. Mastgeflügelhaltung (abgestimmt von der KTBL Agru 4/2010)

Tierkategorie	Emissionsfaktor $\text{NH}_3$ [ $\text{g} \cdot \text{Platz}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ ] <sup>1)</sup>	Minderungsmaßnahmen	Anmerkungen
Junghennen	Aufgrund fehlender Daten Emissionsabschlag von 30 % auf das jeweilige Legehennenhaltungsverfahren	Es gelten die gleichen Minderungsmaßnahmen wie in der Legehennenhaltung	
Masthähnchen, Bodenhaltung, Kurzmast, 33 Tage	35	Bodenheizung in Verbindung mit Bodenkühlung; Mixluftsystem	Ohne Lagerung, 9 Mastperioden/Jahr
Masthähnchen, Bodenhaltung, Langmast, 42 Tage	48,6		Keine neueren Emissionsdaten verfügbar
Mastputenhähne	680	Keine technischen Minderungsmaßnahmen verfügbar	(5.-21. Lebendwoche)
Mastputenhennen	387		Aus Lebendmasse der Hähne abgeleitet
Mastenten	146	Keine technischen Minderungsmaßnahmen verfügbar	Keine neueren Emissionsdaten verfügbar

<sup>1)</sup> Emissionen aus dem Stallbereich, ohne den Anteil der Auslaufhaltung.

Tab. 4

Minderungspotenziale zur Reduzierung von Ammoniakemissionen in der Mastschweinehaltung bezogen auf die Emissionsfaktoren (abgestimmt von KTBL-Agru 4/2010)

Maßnahme	Reduktionspotenzial [%]	Anmerkungen	Kategorie <sup>3)</sup>
Referenz: Einphasenfütterung: 18 % Rohprotein-angepasste Fütterung durch:			
Phasenfütterung (2 Phasen)	bis 10	Anpassung von Vor- auf Hauptmast (von 18 auf 15 % Rohprotein (RP))	1
Mehrphasenfütterung (3-4 Phasen)	bis 20	Anpassung in mehrwöchigen Abständen (von 18 auf 13 % RP), Ausgleich essenzieller Aminosäuren (Lysin, Methionin)	1
Multiphasenfütterung	bis 40	Tägliche Anpassung (von 18 auf 13 % RP), Ausgleich essenzieller Aminosäuren (Lysin, Methionin)	3
Zuluftkühlung	bis 10	U. a. durch Einsatz eines Erdwärmetauschers, in Abhängigkeit von Standort und $\Delta T$ , nur im Sommer bei einer Außenlufttemperatur von über 25 °C	1
Reduzierung der emittierenden Oberfläche/ Bodengestaltung	bis 10 Ferkelaufzucht	Nur in der Ferkelaufzucht machbar, z. B. planbefestigter, konvexer bzw. geneigter Boden mit Harnrinnen oder anderen Ableitungseinrichtungen, Trennung der Funktionsbereiche	3
Abluftreinigung, DLG-zertifizierte Anlagen, chemischer Wäscher, Rieseltretreaktor, 2- und 3-stufige Verfahren	70-90	Mit sehr hohen Kosten verbunden	3 <sup>1)</sup>
Futterzusätze/ Futterkomponenten, z. B. zur Reduzierung des pH-Wertes im Urin, Verbesserung der N-Ausnutzung	Reduktionspotenzial nicht festlegbar	EU-rechtliche Vorgaben zur Zugabe in Futtermitteln müssen gewährleistet sein, mit Zusatzkosten verbunden	3
Säurezugabe zu Flüssigmist	Reduktionspotenzial nicht festlegbar	Hohe Kosten, Risiken bei der Handhabung, Korrosion kann auftreten	3
Optimierung der Luftführung im Stall	Reduktionspotenzial nicht festlegbar	Minimierung der Konzentrationsgradienten im bodennahen Bereich des Stalles	3
Lagerungsdauer der Gülle	Reduktionspotenzial nicht festlegbar	Die emissionsmindernde Wirkung ist nicht immer nachweisbar bzw. unzureichend nachgewiesen, mehr technischer Aufwand, höhere Arbeitskosten	3
Referenz: Lagerdauer eine Mastperiode Maßnahme: Güllekanäle 1- bis 2-mal innerhalb der Mastperiode entleeren			
Spülsysteme	Reduktionspotenzial nicht abschätzbar <sup>2)</sup>	Hoher technischer Aufwand, hoher Wasserbedarf, mit Kosten verbunden	Keine Einstufung
Abdeckung der Gülle unter den Spalten	Reduktionspotenzial nicht abschätzbar	Es existieren keine praktikablen Lösungen	Keine Einstufung
Großgruppe	Reduktionspotenzial nicht abschätzbar	Emissionsminderungseffekt nicht wissenschaftlich nachgewiesen	Keine Einstufung

<sup>1)</sup> Abweichung zu UNECE-Guidance document [2]: dort Einstufung der Abluftreinigung in Kategorie 1. Aufgrund der hohen Kosten wird die Abluftreinigung in Deutschland von der Arbeitsgruppe in Kategorie 3 eingestuft.

<sup>2)</sup> Reduktionspotenzial nicht abschätzbar, u. a. liegen keine wissenschaftlich nachgewiesenen Emissionsminderungseffekte vor.

<sup>3)</sup> **Kategorie 1:** Es besteht ein nachgewiesener Emissionsminderungseffekt. Die Minderungsmaßnahme ist praxistauglich und gut zu kontrollieren.

**Kategorie 2:** Die Minderungswirkung der Maßnahme ist zwar im Praxismaßstab nachgewiesen, aber nicht einfach zu kontrollieren.

**Kategorie 3:** Emissionsminderungseffekt ist zwar vorhanden, ein Reduktionspotenzial ist aber nicht festlegbar und/oder einer der nachfolgend genannten Punkte trifft zu:

1. Die emissionsmindernde Wirkung ist nicht immer nachweisbar bzw. unzureichend nachgewiesen.
2. Die Umsetzung in die Praxis erscheint wenig realistisch.
3. Die Kosten der Maßnahme sind zu hoch.
4. Es können unerwünschte Nebeneffekte auftreten.

**Keine Einstufung:** Das Reduktionspotenzial ist nicht abschätzbar oder es sind keine Reduktionspotenziale nachweisbar.

### Ammoniakemissionsfaktoren Mastschweine

Nach Einschätzung der Arbeitsgruppe haben sich die Haltungsverfahren in der Mastschweinehaltung seit dem Jahre 2000 nicht verändert. Auch liegen derzeit keine Forschungsergebnisse vor, die eine veränderte Festlegung der Emissionsfaktoren für diese Haltungsverfahren begründen könnten. In **Tabelle 3** sind die entsprechenden Faktoren zusammengefasst.

Tab. 3

Ammoniakemissionsfaktoren und Strohbedarf für Mastschweineverfahren (abgestimmt von der KTBL Agru 4/2010)

Haltungsverfahren Mastschweine	Emissionsfaktor NH <sub>3</sub> -N [kg • Platz <sup>-1</sup> • a <sup>-1</sup> ]	Einstreumenge [kg • Platz <sup>-1</sup> • d <sup>-1</sup> ]
Wärme gedämmter Stall, Vollspaltenboden, einstreulos	3	-
Wärme gedämmter Stall, Teilspaltenboden, einstreulos	3	-
Wärme gedämmter Stall, Schrägboden, ein Teil planbefestigt, ein Teil Spalten, Einstreu nur als Beschäftigungsmaterial	2	-
Wärme gedämmter Stall, Zweiflächenbucht, eingestreut, planbefestigt	4	0,3
Wärme gedämmter Stall, Tiefstreu	4	1
Außenklimastall, getrennte Klimabereiche, einstreulos	2	-
Außenklimastall, getrennte Klimabereiche, eingestreut	2	0,3
Außenklima, Tiefstrestall	3,5	1

Für die Erstellung von Emissionsinventaren wird für die eingestreuten Haltungsverfahren von mittleren Strohmen gen in Höhe von 0,3 bzw. 1,0 kg pro Tierplatz und Tag ausgegangen.

### Minderungsmaßnahmen

Ebenso wie in der Milchviehhaltung werden in der Mastschweinehaltung für die Prognose zukünftiger Emissionen Maßnahmen und Minderungspotenziale benötigt. **Tabelle 4** stellt ausgewählte Maßnahmen in der Mastschweinehaltung dar. Für die Bewertung der Minderungsmaßnahmen werden die gleichen Kategorien unterschieden wie in der Rinderhaltung.

Die wichtigste Minderungsmaßnahme in der Mastschweinehaltung ist nach wie vor die rohprotein-angepasste Fütterung. Durch eine gezielte Stickstoffaufnahme lassen sich potenziell 10-40 % der Emissionen einsparen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Anpassung im Rahmen liegt (Spalte An-

merkungen in **Tabelle 4**). Bei der Multiphasenfütterung wird hierbei eine tägliche Anpassung der Ration unterstellt. Auch müssen die technischen Voraussetzungen zur Durchführung einer Mehr- bzw. Multiphasenfütterung gegeben sein.

### Schlussfolgerungen

Im Bereich der Legehennenhaltung wurden die Haltungsverfahren für das Emissionsinventar neu zusammengestellt und hier besonders die durch Kotband und Kotbandrocknung möglichen Emissionsminderungen in die Emissionsfaktoren einbezogen. Die restlichen Emissionsfaktoren in der Mastgeflügelhaltung wurden angepasst. Generell hält die KTBL-Arbeitsgruppe den Forschungsbedarf zur Ermittlung valider Emissionsfaktoren in der Geflügelhaltung für sehr hoch.

In der Mastschweinehaltung ergeben sich hinsichtlich der Ammoniakemissionsfaktoren keine Änderungen gegenüber dem Vergleichsjahr 2000. Als nachhaltige Minderungsmaßnahme wird die Durchführung einer bedarfsorientierten Multiphasenfütterung mit Rohproteinabsenkung und Applikation essentieller Aminosäuren angesehen, da diese Maßnahme sowohl die Tiere metabolisch als auch den gesamten Stickstoffkreislauf entlastet.

### Literatur

- [1] Eurich-Menden, B.; Döhler, H.; Van den Weghe, H. (2010): Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar – Teil 1: Milchvieh. Landtechnik 65(6), S. 380-382
- [2] UNECE 2007: Guidance document on control techniques for preventing and abating emissions of ammonia. <http://www.unece.org/env/documents/2007/eb/wg5/WGSR40/ece.eb.air.wg.5.2007.13.e.pdf>, Zugriff am 22. November 2010

### Autoren

**Dr. Brigitte Eurich-Menden** und **Dipl.-Ing. Helmut Döhler** sind wissenschaftliche Mitarbeiter beim Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, E-Mail: b.eurich-menden@ktbl.de

**Prof. Dr. Ir. Herman Van den Weghe** ist Leiter der Abteilung Verfahrenstechnik des Departments für Nutztierwissenschaften der Universität Göttingen und Vorsitzender der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“.

### Anmerkung

Mitglieder der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ sind: Dr. Barbara Amon, Dr. Werner Berg, Dr. Eva Gallmann, Dr. Hans-Dieter Haenel, Prof. Dr. Eberhard Hartung, Thomas Heidenreich, Dr. Margret Keck, Dr. Stefan Nesper, Prof. Dr. Jens Seedorf.