



Ammoniak-Emissionsfaktoren und Minderungsmaßnahmen – Milchkuh-, Mastschweine- und Legehennenhaltung

Die Emissionsfaktoren für die Haltung von Milchkühen und Mastschweinen haben sich seit dem Jahr 2000 nicht geändert: Moderne Laufställe für Milchkühe emittieren 12 kg Ammoniak je Tierplatz, bei den Schweinen sind es zwischen 2 und 4 kg Ammoniak je Tierplatz. Die KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ hat darüber hinaus für die Legehennenhaltung neue Emissionsfaktoren abgestimmt. Die Daten werden den Emissionsinventaren verwendet und zur Beurteilung der Umweltwirkungen von Stallbauvorhaben in Genehmigungsverfahren genutzt.

Emissionsinventare – Ammoniak national betrachtet

Durch europäische und nationale Regelungen zur Luftreinhaltung besteht erheblicher Bedarf an abgesicherten Emissionsdaten aus der Tierhaltung. Sie sind die Grundlage, um das Einhalten der nationalen Minderungsziele nachzuweisen und die Pflichten der Emissionsberichterstattung zu erfüllen. Die Daten werden in sogenannten Emissionsinventaren zusammengefasst. Im Jahre 2002 erstellten die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) und das Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam Bornim (ATB) das erste landwirtschaftliche Emissionsinventar für Deutschland (DÖHLER et al. 2002). Die jährliche Berichterstattung der landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen wird aktuell von dem Institut für Agrarrelevante Klimaforschung des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI) gemeinsam mit dem KTBL erstellt.

Eine aktuelle und detaillierte Dokumentation über die Erstellung des deutschen landwirtschaftlichen Emissionsinventars findet sich in RÖSEMANN et al. (2011).

Emissionsfaktoren und ihre Ableitung

Grundlage zur Berechnung des Inventars sind die Tierzahlen und die Emissionsfaktoren. Die Emissionsfaktoren für Ammoniak beschreiben in Abhängigkeit von dem jeweiligen Haltungsverfahren die luftgetragenen Stickstoffverluste in Form von Ammoniak (NH_3) und werden in $\text{kg NH}_3\text{-N}$ je Tierplatz und Jahr angegeben.

Haltungsverfahren und Emissionsfaktoren werden regelmäßig überprüft. Die letzte Überprüfung der Ammoniakemissionsfaktoren hat die KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ 2010 übernommen. Die Zusammenstellung der Emissionsfaktoren basiert auf einer Schätzung, nicht auf einer rechnerischen Ermittlung.

Schwerpunkt der Überprüfung bildeten die beiden Hauptquellgruppen Milchkuh- und Mastschweinehaltung, da diese im Bereich der Tierhaltung die höchsten Ammoniakemissionen verursachen, sowie die Legehennenhaltung, da hier aufgrund neuer Haltungssysteme neue Emissionsfaktoren benötigt werden. Die Emissionsfaktoren beziehen sich nur auf das Haltungsverfahren im Stall und berücksichtigen keine Emissionen aus der Lagerung oder der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.

Anhand einer Literaturrecherche wurden die Emissionsdaten zahlreicher Forschungsarbeiten ausgewertet. Dabei wurden die Emissionsdaten zusammengestellt und daraus die Emissionsfaktoren für die Haltungsverfahren abgeleitet. In die Beurteilung der Emissionsdaten wurden nur die Ergebnisse einbezogen, die eine direkte Zuordnung zu den Haltungsverfahren zuließen. Eine weitere Differenzierung der hochaggregierten Emissionsfaktoren scheiterte daran, dass es sich vielfach um multifaktorielle Effekte handelt, die oft nicht einem spezifischen einzelnen Einflussfaktor zugeordnet werden können. Die mittleren Emissionsfaktoren decken zudem ein weites Spektrum an standortspezifischen, meteorologischen, baulich-technischen Varianten ab.



Minderungsmaßnahmen

Neben den Emissionsfaktoren wurden auch Emissionsminderungsmaßnahmen betrachtet. Diese Emissionsminderungsmaßnahmen werden für die Prognose von Minderungspotenzialen benötigt. Für die Bewertung der Maßnahmen werden folgende Kategorien unterschieden:

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: Ein Emissionsminderungspotenzial ist vorhanden, das Reduktionspotenzial ist aber nicht festlegbar und/oder einer der nachfolgend genannten Punkte trifft zu:

- Die emissionsmindernde Wirkung ist nicht immer nachweisbar bzw. unzureichend nachgewiesen.
- Die Umsetzung in die Praxis erscheint wenig realistisch.
- Die Kosten der Maßnahme sind zu hoch.
- Es können unerwünschte Nebeneffekte auftreten.
- Keine Einstufung: Das Reduktionspotenzial ist nicht abschätzbar oder nicht nachweisbar



Abb. 1: Durch den erhöhten Anteil an Laufflächen gegenüber Anbindeställen verursachen Laufställe höhere Ammoniakemissionen (Foto: W. Hartmann, KTBL)

Milchkuhhaltung Emissionsfaktoren

Tabelle 1 stellt die Ammoniakemissionsfaktoren in der Milchkuhhaltung dar. Gegenüber dem Jahr 2000 ergeben sich sowohl für die Haltungsverfahren als auch für die Emissionsfaktoren keine Änderungen, was in erster Linie auf wenige Messungen in der Milchkuhhaltung zurückgeführt werden kann. Die Emissionen aus Laufställen (Abb. 1) liegen um ein Vielfaches über denen von Anbindeställen. Allerdings spielen Anbindeställe aus Tierschutzgründen zunehmend eine untergeordnete Rolle in der Milchkuhhaltung.

Die im Mittel im Emissionsinventar verwendeten Strohmenngen in den eingestreuten Haltungsverfahren wurden auf 5 bzw. 8 kg pro Tierplatz (TP) und Tag festgelegt.

verfahren wurden auf 5 bzw. 8 kg pro Tierplatz (TP) und Tag festgelegt.



Tab. 1: Ammoniakemissionsfaktoren und Strohbedarf für Milchkuhhaltungsverfahren

Haltungsverfahren	Emissionsfaktor kg NH ₃ -N/(TP · a)	Einstreumenge kg/(TP · d)
Anbindestall		
Flüssigmist	4	-
Festmist	4	5
Laufstall		
Liegeboxen, Flüssigmist	12	-
Liegeboxen, Festmist	12	5
Tiefstreu	12	8
Tretmist	13	5

Minderungsmaßnahmen

Ausgewählte Emissionsminderungsmaßnahmen in der Milchkuh- bzw. für die Rinderhaltung sind hier nach Kategorien geordnet zusammengestellt:

Kategorie 1: bis 25 % Reduktionspotenzial ¹⁾	
Maßnahme	Anmerkung
Bedarfsgerechte Fütterung - nach nXP-Bedarf füttern - positive ruminale Stickstoffbilanz (RNB) bei Grasprodukten etc. ausgleichen - mikrobielle Stickstoff-Ausnutzung verbessern - Start in die Laktation optimieren - Energieversorgung der Mikroben verbessern - Synchronisation von Energie und Protein - Einsatz „geschützter“ Proteine	Die Maßnahme ist durch Harnstoffgehalt in der Milch gut kontrollierbar. Die Minderungsmöglichkeiten sind bei niedriger Proteinversorgung aus der Grundration (Maissilage, Pressschnitzelsilage etc.) geringer.
Kategorie 2: bis 15 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Weidehaltung	Reduktionspotenzial kann nur bei mind. 6 Stunden Weidehaltung erzielt werden, da der Stall weiterhin als Emissionsquelle fungiert. Die Maßnahme führt insgesamt zu geringeren Ammoniakemissionen, der Stickstoff wird allerdings auf die Weide verlagert. Als weitere Maßnahmen sind ausreichende Flächen zur Weidehaltung zur Verfügung zu stellen.
Kategorie 2: bis 20 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Bauliche Ausführung der Laufflächen	Laufflächen müssen plan befestigt mit 3 % Gefälle zur Gangmitte und einer Rinne am tiefsten Punkt zur Harnableitung ausgeführt sein.
Kategorie 3: bis 20 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Bauliche Ausführung der Laufflächen	Der Urin wird durch Rinnen und Löcher in den Laufflächen in den darunter liegenden Flüssigmistkanal abgeführt. Ein kammartiger Schrapper führt zu einer raschen Trennung von Kot und Harn; mehrmaliges Abschieben am Tag ist notwendig.
Spülen der Laufflächen mit Wasser	Ungünstige Einstufung erfolgt aufgrund des hohen Wasserverbrauchs. Zusätzliche Kosten entstehen auch bei Lagerung und Ausbringung. Der Wassereinsatz sollte auf max. 20 l je TP und Tag begrenzt werden.

Fortsetzung und Fußnote nächste Seite



Kategorie 3: bis 40 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Säurezusätze zu Flüssigmist	Bei Zugabe von organischen Säuren entstehen hohe Kosten. Bei der Zugabe anorganischer Säuren besteht ein erhöhtes Risiko in der Handhabung. Durch Korrosion ist mit weiteren Kosten zu rechnen.
Kategorie 3: Reduktionspotenzial nicht festlegbar	
Maßnahme	Anmerkung
Anwendung von Ureaseinhibitoren	Ein Minderungspotenzial ist vorhanden, aber eine technische Umsetzung in die Praxis ist noch nicht eingeführt. Die Verteilung der Urease ist noch in der Entwicklung; die Kosten werden derzeit noch sehr hoch eingestuft. Gesundheits- und umwelt-technisch ist die Anwendung bereits geprüft.
Keine Einstufung – Reduktionspotenzial nicht abschätzbar	
Maßnahme	Anmerkung
Zusätze Mineralien, Bakterien, Mikroorganismen zum Flüssigmist	Keine wiederholbaren Minderungseffekte messbar. Die Überprüfbarkeit dieser Maßnahme ist nicht gegeben. Die Maßnahme kann auch zu einer Erhöhung der Emissionen führen. Gute fachliche Praxis der Emissionsminderung sieht bereits mehrmaliges Abschieben am Tag vor.
Abschiebefrequenz der Laufflächen (mehr als 12/Tag)	

¹⁾ Minderungspotenziale für Ammoniakemissionen verschiedener Maßnahmen in Milchkuhställen bezogen auf die Emissionsfaktoren.

Die wichtigste Maßnahme ist die bedarfsgerechte Fütterung, da diese zu geringeren N-Ausscheidungen führt und hierdurch das Emissionspotenzial gesenkt wird. Auch die Weidehaltung (Abb. 2) stellt eine Emissionsminderungsmaßnahme dar. Durch das rasche Einsickern des Harns in den Boden werden die Umsetzung des Harnstoffs und die nachfolgende Bildung von Ammoniak verringert.



Abb. 2: Weidehaltung kann Emissionen reduzieren (Foto: Eurich-Menden, KTBL)

Bei einem Stall-Weide-System sind die Minderungseffekte durch die Weide nur bei ausreichend Weideflächen und erst ab einer Weidedauer von mehr als 6 Stunden gegeben, da der Stall weiterhin als Emissionsquelle fungiert. Erst nach Abtrocknen der Laufflächen im Stall kann von einer geringeren Emission ausgegangen werden.

Das Spülen der Laufflächen mit Wasser muss aufgrund des hohen Wasserverbrauchs und der damit zusätzlichen Kosten für die Lagerung und Ausbringung der Wirtschaftsdünger als ungünstig eingestuft werden.

Der Einsatz von Ureaseinhibitoren bietet ebenfalls ein Emissionsminderungspotenzial, allerdings fehlt es hier noch an der Praxiseinführung.



Mastschweinehaltung

Emissionsfaktoren

Nach Einschätzung der Arbeitsgruppe haben sich die Haltungsverfahren in der Mastschweinehaltung seit dem Jahre 2000 nicht verändert. Tabelle 2 beinhaltet die am meisten genutzten Haltungsverfahren und die mittleren Einstreumengen bei den entsprechenden Strohverfahren.

Tab. 2: Ammoniakemissionsfaktoren und Strohbedarf für Mastschweineverfahren

Haltungsverfahren	Emissionsfaktor kg NH ₃ -N/(TP · a)	Einstreumenge kg/(TP · d)
Wärme gedämmter Stall		
Vollspaltenboden, einstreulos	3	-
Teilspaltenboden, einstreulos	3	-
Schrägboden (ein Teil plan befestigt, ein Teil Spalten, Einstreu nur als Beschäftigungsmaterial)	2	-
Zweiflächenbucht eingestreut, plan befestigt	4	0,3
Tiefstreu	4	1
Außenklimastall		
Getrennte Klimabereiche, einstreulos	2	-
Getrennte Klimabereiche, eingestreut	2	0,3
Tiefstreustall	3,5	1

Zur Erstellung von Emissionsprognosen werden auch in der Mastschweinehaltung Maßnahmen und Minderungspotenziale benötigt. Für die Bewertung der Minderungsmaßnahmen gelten die gleichen Kategorien wie in der Rinderhaltung. Die wichtigste Minderungsmaßnahme in der Mastschweinehaltung ist die Rohprotein angepasste Fütterung, die zur Umsetzung gewisse Anforderungen an die Technik stellt (Abb. 3).



Abb. 3: Mit der richtigen Fütterungstechnik kann eine gezielte Rohprotein angepasste Fütterung erfolgen (Foto: Fritzsche, KTBL)

Durch eine gezielte Stickstoffaufnahme lassen sich zwischen 10 und 40 % der Emissionen.

Bei der Multiphasenfütterung mit Aminosäureausgleich wird hierbei eine tägliche Anpassung der Ration unterstellt. Auch müssen die technischen Voraussetzungen zur Durchführung einer Mehrphasenfütterung gegeben sein.

Abweichend von UNECE (2007) wurde die Abluftreinigung in Deutschland aufgrund der hohen Kosten in Kategorie 3 eingestuft.

Nachfolgend werden ausgewählte Minderungspotenziale zur Reduzierung von Ammoniakemissionen in der Mastschweinehaltung dargestellt.



Kategorie 1: bis 10 % Reduktionspotenzial ¹⁾	
Maßnahme	Anmerkung
Referenz: Einphasenfütterung: 18 % Rohprotein angepasste Fütterung durch: - Phasenfütterung (2 Phasen)	Anpassung von Vor- auf Hauptmast: Reduktion des Rohproteingehalts von 18 auf 15 % Rohprotein (RP).
Zuluftkühlung	Die Maßnahme kann durch Einsatz eines Erdwärmetauschers durchgeführt werden, in Abhängigkeit von Standort und ΔT . Einsatz im Sommer bei einer Außenlufttemperatur von über 25 °C sinnvoll.
Kategorie 1: bis 20 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Referenz: Einphasenfütterung: 18 % Rohprotein angepasste Fütterung durch: - Mehrphasenfütterung (3-4 Phasen)	Anpassung des Rohproteingehaltes in mehrwöchigen Abständen (von 18 auf 13 % RP); Ausgleich der Ration mit essentiellen Aminosäuren (Lysin, Methionin).
Kategorie 3: bis 10 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Reduzierung der emittierenden Oberfläche/ Bodengestaltung	Nur in der Ferkelaufzucht sinnvoll; z. B. plan befestigter, konvexer bzw. geneigter Boden mit Harnrinnen oder anderen Ableitungseinrichtungen.
Kategorie 3: bis 40 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Referenz: Einphasenfütterung: 18 % Rohprotein angepasste Fütterung durch: - Multiphasenfütterung plus Aminosäureausgleich	Tägliche Anpassung des Rohproteingehaltes (von 18 auf 13 % RP); Ausgleich mit essentiellen Aminosäuren (Lysin, Methionin).
Kategorie 3: 70-90 % Reduktionspotenzial	
Maßnahme	Anmerkung
Abluftreinigung (DLG-zertifizierte Anlagen; chemischer Wäscher, Rieselbettreaktor, 2 und 3 stufige Verfahren)	Kostenintensiv.
Kategorie 3: Reduktionspotenzial nicht festlegbar	
Maßnahme	Anmerkung
Futterzusätze/ Futterkomponenten z.B. zur Reduzierung des pH-Wertes im Urin, Verbesserung der N-Ausnutzung	EU-rechtliche Vorgaben zur Zugabe in Futtermitteln muss gewährleistet sein; mit Zusatzkosten verbunden.
Säurezugabe Flüssigmist	Kostenintensiv, Risiken bei der Handhabung, Korrosion kann auftreten.
Optimierung der Luftführung im Stall	Minimierung der Konzentrationsgradienten im bodennahen Bereich des Stalles.
Lagerungsdauer der Gülle Referenz: Lagerdauer eine Mastperiode Maßnahme: Güllekanäle 1 bis 2 mal innerhalb der Mastperiode entleeren	Die emissionsmindernde Wirkung ist nicht immer nachweisbar bzw. unzureichend nachgewiesen, technischer Aufwand, zusätzliche Arbeitskosten.
Keine Einstufung – Reduktionspotenzial nicht abschätzbar	
Maßnahme	Anmerkung
Spülsysteme	Hoher technischer Aufwand, erhöhter Wasserbedarf, mit zusätzlichen Kosten verbunden.
Abdeckung der Gülle unter den Spalten	Es existieren keine praktikablen Lösungen für diese Maßnahme.
Großgruppe	Der Emissionsminderungseffekt ist nicht wissenschaftlich nachgewiesen.

¹⁾ Minderungspotenziale für Ammoniakemissionen verschiedener Maßnahmen in Milchkuhställen bezogen auf die Emissionsfaktoren.

²⁾ Abweichung zu UNECE-Guidance document (2007): dort Einstufung der Abluftreinigung in Kategorie 1. Aufgrund der Kosten wird die Abluftreinigung in Deutschland von der Arbeitsgruppe in Kategorie 3 eingestuft.



Legehennenhaltung

Emissionsfaktoren und Minderungsmaßnahmen

Die Legehennenhaltung hat sich seit 2010 stark verändert. Durch das Verbot der Käfighaltung haben die Bodenhaltung und die Volierenhaltung erheblich zugenommen. Nur rund 16 % der Tiere wurden 2010 in der sogenannten Kleingruppenhaltung gehalten. Vor diesem Hintergrund wurden zu den neuen Hal-



Abb. 4: Die Volierenhaltung bietet den Legehennen mehr Platz und Bewegungsfreiheit (Foto: Achilles, KTBL)

tungsverfahren auch neue Messergebnisse und Emissionsfaktoren zusammengestellt (Tab. 3). 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 Kaltscharrraum. Das Kotlager wird nicht berücksichtigt. Es wird von einer entsprechenden trockenen Bewirtschaftung ausgegangen. Bei Auslaufnutzung (Boden- oder Volierenhaltung plus Auslauf) erhöht sich der Emissionsfaktor um 10 %.

Bei der Volierenhaltung (Abb. 4) werden in Deutschland kompakte, geschlossene Systeme und offene Systeme eingesetzt. Die Unterschiede in diesen Systemen haben auf die Ammoniakemissionen keinen nennenswerten Einfluss.

Als baulich-technische Minderungsmaßnahmen sind das Kotband und die Belüftung des Kotbandes berücksichtigt. Die Reduktionsanteile durch diese Maßnahmen sind in den Emissionsfaktoren der jeweiligen Hal-

verfahren berücksichtigt und lassen sich nicht gesondert ausweisen. Als weitere Minderungsoption wird das externe Kotlager genannt. Welchen Einfluss die externe Kotlagerung auf die Emissionen hat, kann aufgrund fehlender Emissionsdaten nicht festgelegt werden. Die Entmistungsintervalle des Kotbandes spielen jedoch eine wichtige Rolle für die Emissionsminderung. Als Standard wird von einer wöchentlichen Entmistung der Kotbänder ausgegangen. Besser ist eine Entmistung zweimal in der Woche. Die Kotbandbelüftung sollte mit 0,4 bis 0,5 m³ pro Tier und Stunde durchgeführt werden.

Tab. 3: Ammoniakemissionsfaktoren für verschiedene Legehennenhaltungsverfahren

Haltungsverfahren	Emissionsfaktor ¹⁾ g NH ₃ /(TP · a)
Kleingruppenhaltung ²⁾ , unbelüftetes Kotband, Entmistung einmal wöchentlich	150
Kleingruppenhaltung ²⁾ , belüftetes Kotband, Entmistung einmal wöchentlich	40
Bodenhaltung mit Volierengestellen, unbelüftetes Kotband, Entmistung zweimal wöchentlich ³⁾	56
Bodenhaltung mit Volierengestellen, unbelüftetes Kotband, Entmistung einmal wöchentlich ³⁾	91
Bodenhaltung mit Volierengestellen, belüftetes Kotband, Entmistung einmal wöchentlich ³⁾	46
Bodenhaltung, Kotbunker, ganzjährige Lagerung des Kots im Stall ³⁾	315

1) Angabe in Ammoniak.

2) Begriff in Deutschland. In der EU wird das Hal-

3) Emissionen aus dem Stallbereich, ohne den Anteil der Auslaufhaltung.



Messprotokolle

Um in Zukunft auf eine belastbare, vergleichbare und repräsentative Datengrundlage zur Ableitung von Emissionsfaktoren aus Quellen der Tierhaltung zurückgreifen zu können, hat das KTBL gemeinsam mit der KTBL Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ Messprotokolle erstellt. Eine solche Dokumentation wird u. a. auch im Rahmen der Berichtspflichten seit 2009 nach UNECE gefordert z. B. für die Angabe von Minderungsmaßnahmen.

Das nationale Messprotokoll wurde aufbauend auf einem von Experten aus Dänemark, den Niederlanden und Deutschland erstellten Protokolls weiterentwickelt (VERA 2012).

Die Messprotokolle beschreiben die Vorgehensweise für die Erhebung und Messung von Emissionsdaten in zwangsgelüfteten und offenen Stallsystemen, zum einen am Beispiel eines Mastschweinestalles, zum anderen am Beispiel eines Milchviehstalles. Neben den Messverfahren werden die Anzahl der Wiederholungen und die Messdauer vorgegeben. Darüber hinaus sind weitere Parameter wie Temperatur, Futterzusammensetzung und Güllezusammensetzung, die für die Interpretation der Daten von Bedeutung sind, zu erheben.

Literatur

Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Dämmgen, U.; Osterburg, B.; Lüttich, M.; Bergschmidt, A.; Berg, W.; Brunsch, R. (2002): BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungszenarien bis zum Jahr 2010. Forschungsbericht 299 42 256/02. Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin

Rösemann, C.; Haenel, H-D.; Poddey, E.; Dämmgen, U.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Laubach, P.; Dieterle, M.; Osterburg, B. (2011): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 bis 2009. Landbauforschung – vTI, Sonderheft 342

UNECE (2007): Guidance document on control techniques for preventing and abat-ing emissions of ammonia: <http://www.unece.org/env/documents/2007/eb/wg5/WGSR40/ece.eb.air.wg.5.2007.13.e.pdf>

VERA (2012): Messprotokolle. www.veracert.eu/en/technology-manufacturers/test-protocols/

Autor

Dr. Brigitte Eurich-Menden, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Danksagung

Die Daten wurden von der KTBL-Arbeitsgruppe „Emissionsfaktoren Tierhaltung“ zusammengestellt. Mitglieder der Arbeitsgruppe 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 Naser, Prof. Dr. Jens Seedorf, Prof. Dr. Ir. Herman Van den Weghe (Vorsitzender).

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon: +49 6151 7001-0 | Fax: +49 6151 7001-123
E-Mail: ktbl@ktbl.de | www.ktbl.de

Eingetragen im Vereinsregister beim Amtsgericht Darmstadt,
AktENZEICHEN 8 VR 1351

Vereinspräsident: Prof. Dr. Thomas Jungbluth
Geschäftsführer: Dr. Heinrich de Baey-Ernsten
Verantwortlich im Sinne des Presserechts: Dr. Heinrich de Baey-Ernsten

Diese Information wurde vom KTBL und den Autoren nach bestem Wissen und Gewissen zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen keine Gewähr für Aktualität, Vollständigkeit und Fehlerfreiheit der bereitgestellten Inhalte. Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

© 2012 Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Nachdruck nur mit Quellenangabe.