

Brigitte Eurich-Menden und Helmut Döhler, Darmstadt, sowie Ulrich Dämmgen, Braunschweig

# Ammoniak-Emissionen der deutschen Landwirtschaft - technische Minderungspotenziale

Die Ammoniak-Emissionen im Bereich der Landwirtschaft müssen zukünftig deutlich reduziert werden. Anhand zweier einzelbetrieblicher Beispiele wird erläutert, mit welchen Maßnahmen Emissionsminderungen in der Mast Schweine- und Milchviehhaltung erzielt werden können und welche Kosten pro Tierplatz entstehen.

Nach [1] betragen die Ammoniak-Emissionen im Jahre 2002 allein für die Tierhaltung rund 457 500 t. Hinzu kamen rund 108 500 t aus der Mineraldüngeranwendung und über 30 000 t aus sonstigen Quellen.

## Verteilung der Ammoniak-Emissionen in Deutschland

Der größte Teil der Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft wird durch die Rinderhaltung verursacht (52 %), gefolgt von Schweinehaltung (22 %), Mineraldüngeranwendung (19 %), Geflügel- (6 %), Pferde- (1 %) und Schafhaltung (< 1 %).

den intensiven Veredelungs- und Futterbau-regionen Nordwestdeutschlands, aber auch den Tierhaltungsregionen Bayerns, Baden-Württembergs, Thüringens und Sachsens sind hohe regionale Umweltbelastungen zu finden. Hierbei führen die Schweine- und Geflügelhaltung zwar lokal (in Nordwestdeutschland) zu erhöhten Emissionsdichten (kg Ammoniak pro Hektar), die Gesamtemissionsdichten in Deutschland werden jedoch maßgeblich durch die Rinderhaltung hervorgerufen.

## Einzelbetriebliche Beispiele zum Ammoniak-Minderungsmanagement - Minderungspotenziale und Kosten

Um die Anpassungsmöglichkeiten eines Einzelbetriebes auf die Forderung nach einer Reduktion der Ammoniak-Emissionen aufzuzeigen, werden zwei Beispiele aus Mast Schweine- und Milchkuhhaltung vorgestellt.

### Mast Schweinehaltung

Ausgewählt wurde ein Schweinemastbetrieb mit 1 000 Mastplätzen. Gewählt wurde diese Betriebsgröße, weil bisher in Genehmigungsverfahren und auch zukünftig vor allem an Großbetriebe erhöhte Anforderungen hinsichtlich der Emissionsminderung gestellt werden.

Es werden Berechnungen durchgeführt, die mehrere Maßnahmen im gesamten „Lebensweg“ von der Fütterung bis zum Ver-

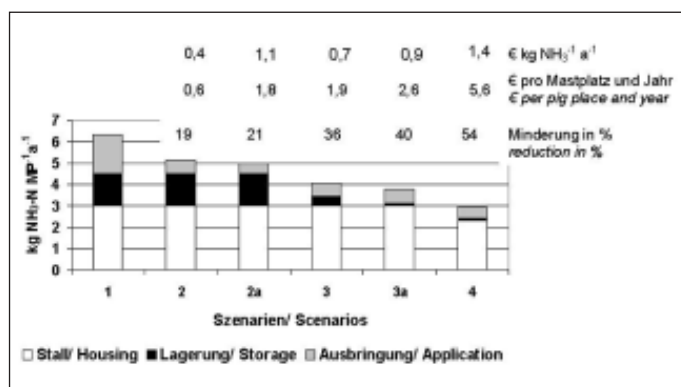


Bild 1: Emissionen, Minderungsprozente und Kosten für einen Mastschweinestall mit 1000 Plätzen bei verschiedenen Minderungsszenarien [2]

Fig. 1: Emissions, reduction in % and costs for a fattening pig housing system with 1000 places with various reduction scenarios [2]

Neben den Gesamtemissionen sind im Hinblick auf die Umweltwirkungen von Ammoniak vor allem die regionalen Konzentrationen in der Tierhaltung von Bedeutung. In

Tab. 1: Szenarien zur Ammoniak-Emissionsminderung, Mast Schweinehaltung

Table 1: Scenarios for reducing ammonia emissions, pig fattening

Maßnahmen	Szenarien					
	1*	2	2a	3	3a	4
<b>Stall</b>	vollklimatisiert, Vollspaltenboden, zwangsgelüftet, Kleingruppe zwölf Tiere, 1000 MP					
<b>Fütterung</b>	konventionelle, nicht proteinangepasste Fütterung, Ausscheidung 13 kg N / MP und Jahr					proteinangepasste Fütterung
<b>Lagerung</b>	Gülleundbehälter, Lagerkapazität 7 Monate, keine Schwimmdecke					
<b>Ausbringung</b>	Breitverteiler 70 % ohne Einarbeitung 30 % wachsende Bestände	Breitverteiler 50 % mit Einarbeitung 50 % wachsende Bestände	Breitverteiler 50 % mit Einarbeitung 50 % wachsende Bestände	Strohhäcksel Breitverteiler 50 % mit Einarbeitung 50 % wachsende Bestände	Zeltdach Breitverteiler 50 % mit Einarbeitung 50 % wachsende Bestände	Breitverteiler 50 % mit Einarbeitung 50 % wachsende Bestände

\*Basisszenario, gibt die Ausgangssituation vor Inkrafttreten der Düngerverordnung wieder

Dr. Brigitte Eurich-Menden und Dr. Helmut Döhler sind wissenschaftliche Mitarbeiter des KTBL, Bartningstr. 49, D-64289 Darmstadt; e-mail: b.eurich-menden@ktbl.de

Dr. Ulrich Dämmgen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrarökologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.

## Schlüsselwörter

Ammoniak-Emissionen Landwirtschaft, Effizienz von Minderungsmaßnahmen

## Keywords

Ammonia emissions in agriculture, effectiveness of abatement measures

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04322 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

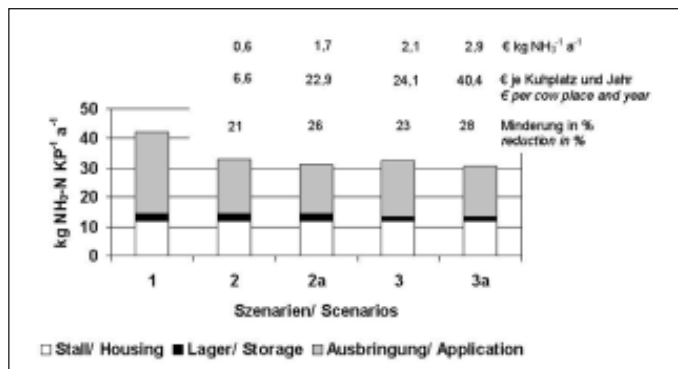
bleib des Ammoniak-N im Boden umfassen. Anhand dieses einzelbetrieblichen Beispiels werden also mögliche kumulierte Wirkungen von Maßnahmen zur Emissionsminderung dargestellt. Die Annahmen für die Szenarien zeigt *Tabelle 1*.

Bei der Auswahl der Szenarien wurden Anpassungsmöglichkeiten berücksichtigt, die sowohl kurzfristig realisierbar sind (Änderung der Ausbringungszeit, unverzügliche Einarbeitung) als auch mittelfristig (Ersatz Breitverteiler durch Schleppschlauchtechnik, Behälterabdeckung) oder nur langfristig in den Betrieben eingeführt werden können (Fütterungstechnik zur Anpassung der Proteinversorgung). Als Basis-Szenario wurde die Ausgangssituation 1990 gewählt, also bevor die Düngeverordnung mit dem Gebot der Einarbeitung von flüssigen Wirtschaftsdüngern in Kraft getreten war.

Die Kosten der Maßnahmen wurden als Gesamtkosten für den „Lebensweg“, diese wiederum als spezifische Emissionsminderungskosten in € pro kg Ammoniak angegeben. Somit wurden die Kosten von günstigen (Einarbeitung) und teuren Minderungsoptionen gemittelt. Eine Umwandlung von 10% des organisch gebundenen Güllestickstoffs in Ammonium während der Lagerung wurde in die Kalkulation einbezogen.

Die Ergebnisse in *Bild 1* zeigen, dass bereits mit einer Änderung des Gülleapplikationsmanagements die Verluste von Ammoniak um ~ 20 % gemindert werden können; bei Einarbeitungskosten von 0,77 €/m<sup>3</sup> - berechnet wurden nur Teilkosten für die Einarbeitung, da eine Bearbeitung des Bodens ohnehin erforderlich ist - entspricht dies nur etwa 0,40 € pro kg Ammoniak (Szenario 2). Ein zusätzlicher Einsatz des Schleppschlauchverteilers in wachsende Bestände bringt dagegen nur geringe zusätzliche Ef-

*Bild 2: Emissionen, Minderungsprozente und Kosten für einen Milchkuhstall mit 70 Plätzen bei verschiedenen Minderungsszenarien (Quelle: KTBL 2002, eigene Berechnungen)*



*Fig. 2: Emissions, reduction in % and costs for a dairy cow housing system with 70 cow places with various reduction scenarios (Source: calculations by KTBL. 2002)*

fekte, dementsprechend erhöhen sich die spezifischen Minderungskosten fast um das Dreifache (Szenario 2a).

Eine sehr kosteneffiziente Maßnahme ist die Kombination von optimierter Ausbringung und Abdeckung des Güllebehälters mit Strohhäcksel (Szenario 3). Obwohl also in Variante 3 mit dem Einsatz des kostenintensiven Schleppschlauchverteilers gerechnet wurde, vermindern sich - bedingt durch die Effizienz der Strohhäckselabdeckung - die durchschnittlichen Emissionsminderungskosten erheblich. Diese steigen dagegen deutlich an (von 0,7 auf 0,9 € pro kg Ammoniak), wenn die zwar wirksamere, aber weniger kosteneffiziente Variante Zeltdach gewählt wird (Szenario 3a). Kennzeichnend ist, dass bereits durch die Kombination von Maßnahmen zur Abdeckung des Lagerbehälters und optimiertem Ausbringungsmanagement die Ammoniak-Emissionen um bis zu 40 % reduziert werden können.

Eine weitere Minderung ist durch die zusätzliche Einführung von Maßnahmen im Stall möglich. Als langfristig umsetzbare Maßnahme wurde im einzelbetrieblichen Beispiel der Einbau von Fütterungstechnik gewählt, die eine Phasenfütterung erlaubt, dies unter der Voraussetzung, dass ohnehin

ein Ersatz der vorhandenen Fütterungstechnik erforderlich ist. Durch diese Maßnahme können die Verluste auf unter 50 % begrenzt werden (Szenario 4).

Das einzelbetriebliche Beispiel eines großen Mastschweinstalles zeigt, dass hier bei dieser Betriebsgröße eine höchst kosteneffiziente Option zur Emissionsminderung besteht. Die durchschnittlichen Kosten betragen nur etwa 0,5 € pro kgNH<sub>3</sub>. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass das vorgestellte Beispiel eine Optimalsituation darstellt, die in der Praxis zwar anzutreffen ist, nicht aber auf andere Betriebsgrößen, andere Tierarten, Produktionsverfahren oder ein anderes Basisszenario (hier: vor Inkrafttreten der DüngeVO!) übertragen werden kann.

#### Milchviehhaltung

Für das Beispiel des Milchviehbetriebes wird von den in *Tabelle 2* getroffenen Annahmen ausgegangen.

Ähnlich wie im Beispiel Mastschweine können bereits mit einer Änderung des Gülleapplikationsmanagements die Verluste von Ammoniak um ~ 20 % gemindert werden (*Bild 2*). Auch hier wurde von Einarbeitungskosten von 0,77 €/m<sup>3</sup> ausgegangen. Die Kosten pro kg Ammoniak-Emissionsminderung liegen bei 0,60 € (Szenario 2). Der Einsatz des Schleppschuhverteilers auf Grünland bringt dagegen nur geringe zusätzliche Effekte, wogegen die Kosten für diese Maßnahme unverhältnismäßig auf 1,7 € pro kg Ammoniak-Emissionsminderung ansteigen (Szenario 2a).

Die zusätzliche Abdeckung des Güllebehälters mit einer Schwimmfolie (Szenario 3) und auch die Kombination Schwimmfolie und Ausbringung der Gülle mit einem Schleppschuhverteiler (Szenario 3a) sind nicht als effektive Maßnahmen anzusehen, da spezifische Emissionsminderungskosten von 2,1 sowie 2,9 €/kg Ammoniak entstehen.

Der optimale Zeitpunkt der Gülleausbringung und die unverzügliche Einarbeitung sind als kosteneffizienteste Maßnahme im Bereich der Milchkuhhaltung (für Betriebe mit Ackerbau) anzusehen.

*Tab. 2: Szenarien zur Ammoniak-Emissionsminderung, Milchviehhaltung*

*Table 2: Scenarios for reducing ammonia emissions, dairy farming*

Maßnahmen	Szenarien				
	1*	2	2a	3	3a
<b>Stall</b>	Laufstall, Flüssigmistsystem, konventionelle Fütterung, 108 kg N pro Tierplatz und Jahr, durchschnittliche 6000 l Milchleistung; 70 Kühe plus Nachzucht				
<b>Lagerung</b>	Güllerundbehälter, Lagerkapazität 5 Monate, Schwimmdecke				
<b>Ausbringung</b>	Breitverteiler 30 % auf Stoppeln, ohne Einarbeitung 30 % wachsende Bestände 40 % auf Grünland	Breitverteiler 25 % auf Stoppeln, mit Einarbeitung 45 % wachsende Bestände 30 % auf Grünland	Breitverteiler 25 % auf Stoppeln, mit Einarbeitung 45 % wachsende Bestände Schleppschuh 30 % auf Grünland mit Schleppschuh	Folie Breitverteiler 25 % auf Stoppeln, mit Einarbeitung 45 % wachsende Bestände 30 % auf Grünland	Folie Breitverteiler 25 % auf Stoppeln, mit Einarbeitung 45 % wachsende Bestände Schleppschuh 30 % auf Grünland mit Schleppschuh

\*Basisszenario, gibt die Ausgangssituation vor Inkrafttreten der Düngeverordnung wieder