

Regina Rößler, Brigitte Eurich-Menden, Robert Vandré, Sebastian Wulf und Helmut Döhler

# Ammoniakemissionen: Minderungskosten bei der Mastschweinefütterung

Nach der Veröffentlichung der Ammoniakminderungskosten für Maßnahmen bei der Lagerung und Ausbringung von Flüssigmist [1, 2] werden in diesem Beitrag die Minderungskosten für unterschiedliche Rohprotein-angepasste Fütterungsvarianten in der Mastschweinehaltung vorgestellt. Die Berechnung der Minderungskosten erfolgte auf Basis selbst ermittelter Stickstoffausscheidungen und Emissionsfaktoren. Die stärkste Reduzierung der N-Ausscheidung und damit verbunden der Ammoniakemissionen wird durch den Übergang von der Universal- zur Zweiphasenmast erreicht. Die Einführung weiterer Phasenabschnitte führt nur zu vergleichsweise geringen weiteren Minderungen. Die höheren Kosten für die Fütterungstechnik und höheren Aminosäureeinsatz bei der Mehrphasenfütterung werden durch Einsparungen teurer Eiweißkomponenten ausgeglichen. Abhängig von Referenzverfahren, Anlagengröße und durchschnittlicher Wachstumsleistung der Tiere entstehen negative Minderungskosten in Höhe von -2,92 bis -16,14 €/kg NH<sub>3</sub>. Bei den derzeitigen Kosten für Anlagentechnik und Futtermittel kann daher von einer deutlichen Kosteneinsparung durch eine Rohprotein-angepasste Mehrphasenfütterung ausgegangen werden.

## Schlüsselwörter

Ammoniakemissionen, Minderungskosten, Rohprotein-angepasste Fütterung, Mastschweinehaltung

## Keywords

Ammonia emissions, abatement costs, crude protein-adapted feeding, pig fattening

## Abstract

Rößler, Regina; Eurich-Menden, Brigitte; Vandré, Robert; Wulf, Sebastian and Döhler, Helmut

Ammonia emissions: Abatement costs for feeding of fattening pigs

Landtechnik 67 (2012), no. 1, pp. 69–72, 2 figures, 1 table, 6 references

Following the publications of ammonia abatement costs for measures in the storage and application of liquid manure [1, 2], the abatement costs for different crude protein-

adapted feeding systems of fattening pigs are presented in the present paper. The calculations of abatement costs were based on calculated nitrogen excretion and emission factors. The strongest reduction of N excretion and ammonia emission is already achieved with a two-phase diet. A further increase in the number of phases leads to only relatively small further reductions. The higher investment costs for the multi-phase feeding technique and the higher amino acid supplementation are compensated by saving expensive protein components. Depending on reference feeding system, farm size and average growth performance of the animals negative abatement costs from -2.92 to -16.14 €/kg NH<sub>3</sub> incur. Given the current costs of feeding technique and feeds, the NH<sub>3</sub> reduction through crude protein-adapted multi-phase feeding is economical.

Zur Minderung der Ammoniak (NH<sub>3</sub>)-Emissionen gibt es eine Vielzahl von Maßnahmen. Eine wirksame und kostengünstige Minderungsmaßnahme ist eine Rohprotein (XP)-angepasste Fütterung. Die reduzierte XP-Aufnahme führt zu einer linearen Abnahme in den Stickstoffausscheidungen und NH<sub>3</sub>-Emissionen [3, 4]. Der Umfang der Kostenminderung hängt

Tab. 1

Berücksichtigte Mehrphasensysteme

Table 1: Investigated multi-phase diet systems

	Phase	2-Phasenfütterung <i>Two-phase feeding</i>	3-Phasenfütterung <i>Three-phase feeding</i>	Multiphasenfütterung <i>Multiple-phase feeding</i>
Lebendgewicht <i>Liveweight [kg]</i>	Phase 1 Phase 2 Phase 3	30–70 70–118 -	30–50 50–90 90–118	10-kg-Schritte <i>10 kg steps</i>
Rohproteingehalt <i>Crude protein [%]</i>	Phase 1 Phase 2 Phase 3	17,5 15 -	17,5 16 15	17,5–14

jedoch vom Umfang des Aminosäureeinsatzes und vom Marktpreis der Futtermittelkomponenten ab.

### Beschreibung der Verfahren

Die Verfahren in der Fütterung können sich in der Praxis stark voneinander unterscheiden. Die entwickelte Berechnungsmethodik [1] wurde daher auf eine Auswahl von Fütterungsverfahren angewandt. Als Referenzverfahren wurden eine Universalmast mit konventionellem Futter (Referenz 1) und eine Universalmast mit XP-angepasstem Futter (Referenz 2) definiert. In Deutschland gewinnt die Mehrphasenmast gegenüber der Universalmast zunehmend an Bedeutung, bei Neubauten ist sie mittlerweile Stand der Technik. Für die Berechnungen wurden daher unterschiedliche Mehr- bzw. Multiphasenfütterungssysteme mit einer Anpassung des XP-Gehalts berücksichtigt (Tabelle 1).

Die zugrunde gelegten Futtermischungen basieren alle in unterschiedlichen Anteilen auf Weizen, Gerste, HP-Sojaextraktionsschrot und Sojaöl. Um bei der XP-angepassten Fütterung eine bedarfsgerechte Versorgung mit essentiellen Aminosäuren sicherzustellen, werden in der Praxis Mineralfutter mit hohen Aminosäurezulagen verwendet. Für die Berechnungen wurden folgende Zulagen angenommen: 6 % Lysin und 1,5 % Methionin für die konventionelle Universalmast, für alle weiteren Fütterungsvarianten 10 % Lysin, 1,5 % Methionin und 2 % Threonin.

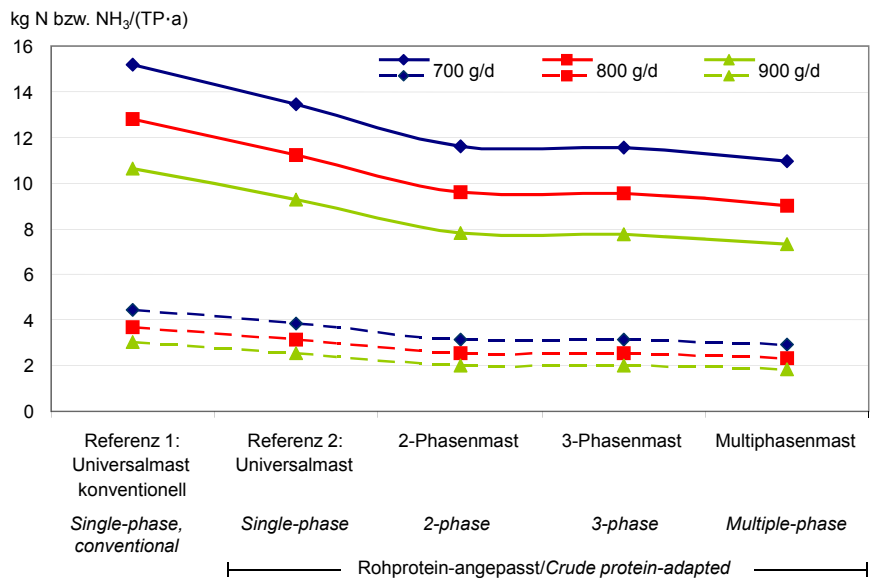
Die Berechnungen wurden für Mastanlagen mit 517, 960 und 1920 Tierplätzen nach dem KTBL-Standard BAUKOST Version 2.7 (2010) durchgeführt. Angenommen wurden zwangsgelüftete Ställe mit voll perforierten Böden. Der Emissionsfaktor für diese Haltungform beträgt 30 % des ausgeschiedenen Ammonium-Stickstoffs (TAN, total ammonia nitrogen) [5]. Die Ermittlung des Wachstumsverlaufs sowie des Energie- und XP-Bedarfs erfolgte nach Algorithmen der Gesellschaft für Ernährungswissenschaften [6]. Es wurde ein Stickstoffflussmodell entwickelt, mit dem die Retention von Stickstoff (N), die Gesamtausscheidungen an N sowie die N-Ausscheidungen in Harn und Kot berechnet wurden. Der Einfluss der durchschnittlichen Wachstumsleistung der Tiere auf N-Ausscheidungen, NH<sub>3</sub>-Emissionen und Minderungskosten wurde untersucht.

### Stickstoffausscheidungen und Ammoniakemissionen

Eine deutliche Verringerung der N-Ausscheidungen und somit der NH<sub>3</sub>-Emissionen bringt bereits eine Unterteilung der Mast in zwei Phasen bei gleichzeitiger Reduzierung des Rohproteingehalts, während die Dreiphasenmast kaum einen weiteren Effekt hat (Abbildung 1). Dies ist damit zu erklären, dass der Rohproteingehalt in der Anfangs- und Endmast bei der Zwei- bzw. Dreiphasenfütterung für die Berechnungen gleich hoch war. Den höchsten Einspareffekt bei den betrachteten Fütterungssystemen hat eine Multiphasenfütterung. Durch eine Absenkung des Rohproteinanteils auf 14 % und die feinere Abstufung zwischen den einzelnen Phasen werden die N-Ausscheidungen um ca. 30 % gegenüber Referenz 1 bzw. 20 % gegenüber Referenz 2 reduziert. Die Mehrphasenfütterung führt nicht nur zu einer Abnahme der Gesamt-N-Ausscheidung, sondern auch zu einer Verringerung des Harnstoffanteils an der N-Ausscheidung. Der Harnstoffanteil an der N-Ausscheidung sinkt von 80 % bei der konventionellen Universalmast auf 73 % bei der Mehrphasenfütterung. Der Harnstoff wird rasch zu Ammonium umgesetzt und ist somit maßgeblich für die NH<sub>3</sub>-Emissionen. Daher ist die berechnete relative Emissionsminderung bei der Phasenfütterung, mit ca. 35 bzw. 26 %, höher als die berechnete relative Minderung der N-Ausscheidungen.

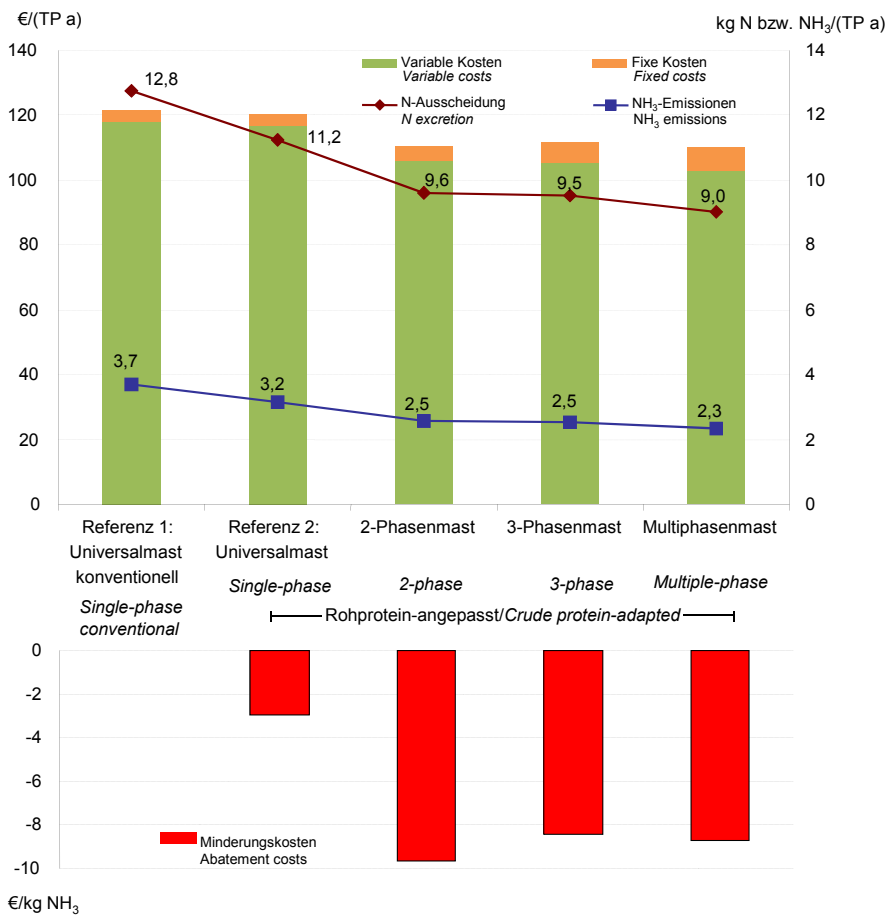
Die Höhe und Zusammensetzung der N-Ausscheidungen und somit die Höhe der NH<sub>3</sub>-Emissionen hängen neben dem Rohproteingehalt im Futter und der Rohproteinverdaulichkeit des Futters stark von der durchschnittlichen Wachstumsleistung der Tiere ab. Je höher die Wachstumsleistungen der Tiere, desto mehr aufgenommenes Rohprotein wird angesetzt und desto geringer der Anteil des nicht verwerteten Rohproteins. So liegen die berechneten N-Ausscheidungen bei einer angenommenen Wachstumsleistung von 700 g pro Tag zwischen 10,9 (Rohprotein-angepasste Multiphasenfütterung) und 15,2 kg/(TP · a) (konventionelle Universalmast), während bei einer Wachstumsleistung von durchschnittlich 800 g pro Tag 9 bis 12,8 kg N/(TP · a) und bei durchschnittlich 900 g nur noch 7,3 bis 10,6 kg N/(TP · a) ausgeschieden werden. Entsprechend sinken die NH<sub>3</sub>-Verluste bei höherer Wachstumsleistung (Abbildung 1).

Abb. 1



N-Ausscheidungen (oben) und NH<sub>3</sub>-Emissionen (unten) der berechneten Fütterungssysteme  
 Fig. 1: N excretions (upper lines) and NH<sub>3</sub> emissions (lower lines) of investigated feeding systems

Abb. 2



Verfahrens- und Minderungskosten sowie N-Ausscheidung und NH<sub>3</sub>-Emissionen (960 Tierplätze, durchschnittlich 800 g tägliche Lebendmassezunahme)  
 Fig. 2: Costs, N excretion and NH<sub>3</sub> emissions (960 animal places, 800 g daily weight gain)

### Kosten der Fütterung und Emissionsminderung

Durch die aufwendige Fütterungstechnik liegen die fixen Kosten für die Phasenfütterung über denen der Referenzen. Mit zunehmender Tierplatzzahl verringern sich die fixen Kosten je Tierplatz. Sie sind bei der konventionellen Universalmast bei 1 920 Tierplätzen mit 3,35 €/TP · a) am niedrigsten, während sie bei der Multiphasenfütterung bei 517 Tierplätzen mit 9,59 €/TP · a) am höchsten sind. Allerdings haben die fixen Kosten nur einen Anteil von ca. 2,5–9,5 % an den Verfahrenskosten. Die wichtigere Kostenkomponente sind die variablen Kosten und hier insbesondere die Futterkosten. Durch die Reduzierung des XP-Gehalts werden teure Eiweißkomponenten eingespart, was die Futterkosten deutlich senkt. Außerdem sinken der Wasserbedarf der Tiere und damit die Kosten für das Tränkwasser. Die steigenden Kosten für die Fütterungstechnik werden daher durch sinkende variable Kosten (mehr als) kompensiert. Dieser Effekt wird durch eine höhere Wachstumsleistung noch verstärkt. Durch eine bessere Verwertung des Rohproteins bei Tieren mit einer höheren Wachstumsleistung sinkt der Futterbedarf und somit die Futterkosten. Die variablen Kosten liegen bei einer Wachstumsleistung von 700 g pro Tag bei 117–135 €/TP · a), bei 900 g nur noch zwischen 92 und 105 €/TP · a).

Aus den geringeren Kosten der Phasenfütterung und der gleichzeitig erzielten Minderung der NH<sub>3</sub>-Emissionen ergeben sich negative Minderungskosten, also Kosteneinsparungen. In **Abbildung 2** sind die Kosten, N-Ausscheidungen und NH<sub>3</sub>-Verluste für Mastbetriebe mit 960 TP und Tieren mit einer durchschnittlichen Wachstumsleistung von 800 g pro Tag dargestellt. Die Zweiphasenfütterung mit XP-Anpassung erscheint besonders für kleinere Betriebe interessant, da der technische und organisatorische Aufwand sowie die Kosten für die Fütterung – abhängig vom Umsetzungskonzept – überschaubar sind. Bei gleichzeitig starker Verringerung der N-Ausscheidung und NH<sub>3</sub>-Verluste durch die Zweiphasenfütterung ergeben sich durch die Minderungsmaßnahme Kosteneinsparungen in Höhe von 9,42 bis 9,66 €/kg NH<sub>3</sub> (Vergleich mit konventioneller Universalmast) bzw. 13,15 bis 13,55 €/kg NH<sub>3</sub> (Vergleich mit XP-angepasster Universalmast). Für größere Mastanlagen hingegen ist aufgrund der Kostendegression und aufgrund der höheren Automatisierung und Genauigkeit der Fütterung eine Multiphasenfütterung besonders geeignet. Die Kosteneinsparungen liegen für einen Stall mit 1 920 Tierplätzen für die Multiphasenfütterung bei 9,41 €/kg NH<sub>3</sub> (Vergleich zu Referenz 1) bzw. 12,46 €/kg NH<sub>3</sub> (Vergleich zu Referenz 2). Die höheren Kosteneinsparungen im Vergleich zur XP-angepassten Fütterung ergeben sich dabei rein rechnerisch aus der geringeren Minderung der Emissionen im Vergleich zu dieser Referenz.

### Schlussfolgerungen

Für die getroffenen Annahmen zu den Rohproteingehalten im Futter zum Wechsel zwischen den Phasen ist die deutlichste Verringerung von Ammoniakverlusten durch die Umstellung

von der Universal- auf die Zweiphasenmast möglich. Eine Unterteilung der Mast in mehr als zwei Phasen hat dagegen kaum einen zusätzlichen Effekt. Durch sinkende Futterkosten werden die hohen fixen Kosten für die Fütterungstechnik mehr als kompensiert. Es sind somit keine Kosten mit der Minderungsmaßnahme verbunden.

### Literatur

- [1] Döhler, H., Vandré, R.; R bler, R.; Wulf, S. (2011): Ammoniakemissionen: Minderungskosten für die Ausbringung von Flüssigmist. *Landtechnik* 66(6), S. 469–472
- [2] D hler, H.; Vandré, R.; R bler, R.; Eurich-Menden, B.; Wulf, S. (2011): Ammoniakemissionen: Minderungskosten für die Lagerung von Flüssigmist. *Landtechnik* 66(6), S. 465–468
- [3] Aarnink, A. J. A.; Smits, M. C. J.; Bakker, G. C. M.; Verstegen, M. W. A. (2003): Manipulating the diet to reduce environmental pollution from pigs. Wageningen University and Research Center Publications, unver ffentlicht
- [4] Canh, T. T.; Aarnink, A. J. A.; Schutte, J. B.; Sutton, A.; Langhout, D. J.; Verstegen, M. W. A. (1998): Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing–finishing pigs. *Livestock Production Science* 56(3), S. 181–191
- [5] Haedel H. D.; R semann C.; D mmgen, U.; Döhler, H.; Eurich-Menden, B.; Laubach P.; M ller-Lindenlauf M.; Osterburg B. (2010): Berechnung der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft – Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2010 für 2008. *Landbauforschung, Sonderheft 334*, Braunschweig
- [6] Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt

### Autoren

**Dr. Regina R bler, Dr. Brigitte Eurich-Menden, Dr. Robert Vandré, Dr. Sebastian Wulf** und **Dipl.-Ing. Helmut D hler** sind wissenschaftliche Mitarbeiter beim Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Bartnngstra e 49, 64289 Darmstadt, E-Mail: r.roessler@ktbl.de

### Danksagung

Das Vorhaben wurde gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, mit finanzieller Unterstützung des Umweltbundesamts.