



# Weniger Spurengase durch gezielte Ernährung der Nutztiere



## Potenziale und Einflussmöglichkeiten bei Wiederkäuern und Nichtwiederkäuern

Gerhard Flachowsky und Peter Lebzien (Braunschweig)

**B**is zu 90 % der Ammoniakemission (NH<sub>3</sub>) und etwa 15 % des Methan-anfalls (CH<sub>4</sub>) werden weltweit der Nutztierhaltung zugeordnet. Beide Spurengase sind von erheblicher umwelt- und/oder klimarelevanter Bedeutung. Die Tierernährung verfügt über beachtliche Möglichkeiten, Beiträge zur Reduzierung der Ammoniak- und Methanbelastung durch Nutztiere zu leisten.

Nutztiere werden in erster Linie gehalten, um uns mit Eiweiß tierischer Herkunft in Form von Milch, Eiern, Fleisch und Fisch zu versorgen. Für Wachstum sowie die Erzeugung von Milch und Eiern benötigen die Tiere Energie, Protein und weitere Nährstoffe. Entsprechende Versorgungsempfehlungen werden in Deutschland vom Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie in Abhängigkeit von Tierart, -kategorie und Leistungshöhe erarbeitet.

Dabei wird unterschieden zwischen dem Erhaltungsbedarf – also der Energie- und Nährstoffmenge zur Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen der Tiere – und dem Leistungsbedarf. Mit zunehmenden Leistungen steigt der Energie- und Nährstoffbedarf der Tiere zwar an, der Anteil des „unproduktiven“ Erhaltungsbedarfes wird jedoch bei höheren Leistungen relativ geringer (Abb. 1).

Von der aufgenommenen Energie bzw. den Nährstoffen wird nur ein bestimmter Teil im Körper angesetzt bzw. mit Milch und Eiern abgegeben. Bei höheren Leistungen scheidet somit jedes Tier mehr Nährstoffe bzw. Stoffwechselprodukte aus. Bezogen auf die Menge an erzeugten Tierprodukten (Fleisch, Milch, Eier u. a.) nehmen die Ausscheidungen jedoch ab.

Am Beispiel der Milchleistung sind diese Zusammenhänge in Tabelle 1 für Stickstoff und Methan dargestellt. Dabei zeigt sich, dass bei höheren Milchleistungen die Stickstoff- und Methanausscheidungen pro Kuh und Jahr deutlich ansteigen;

pro kg Milch jedoch erheblich zurückgehen (s. auch Abb. 1). Bei sehr hohen Leistungen (z.B. bei einem Anstieg von 10.000 auf 12.000 kg Milch pro Kuh und Jahr) werden diese Effekte jedoch geringer.

Wenn davon ausgegangen wird, dass eine bestimmte Menge an Lebensmitteln tierischer Herkunft zu erzeugen ist, dann stellen höhere Leistungen mit weniger Tieren die wesentlichste Maßnahme zur Senkung der Spurengasemissionen dar. Allerdings stoßen sehr hohe Leistungen an

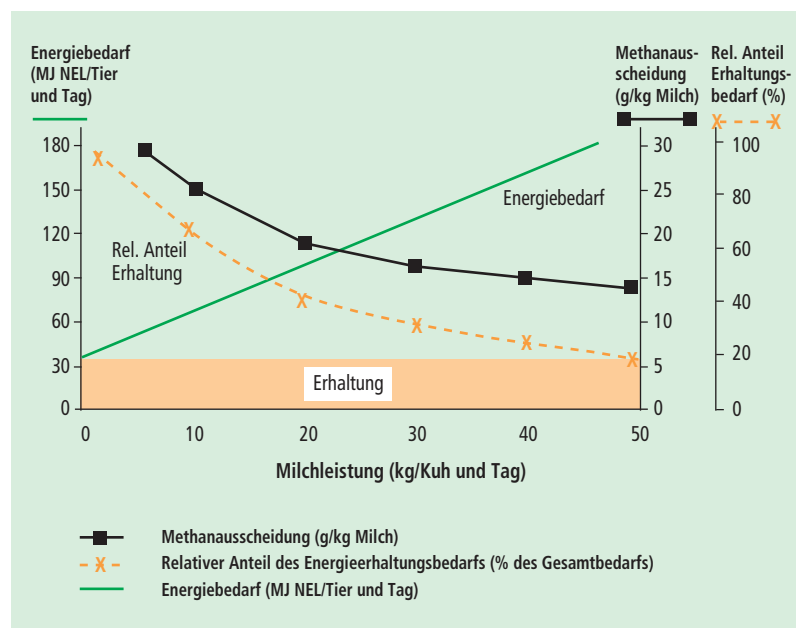


Abb. 1: Einfluss der Höhe der Milchleistung auf den Energiebedarf, den relativen Energieerhaltungsbedarf am Gesamtbedarf sowie die Methanausscheidung bei Milchkühen (mittlere Körpermasse: 650 kg)

physiologische und ethische Grenzen, so dass eine ausschließliche Orientierung auf Höchstleistungen nicht anzustreben ist.

## Reduzierung der Stickstoffausscheidungen

Stickstoffhaltige Spurengase werden lediglich in zu vernachlässigenden Mengen direkt vom Nutztier ausgeschieden (z. B. geringe Mengen an  $\text{NH}_3$ ).

Es besteht jedoch ein enger Zusammenhang zwischen der Höhe der N- bzw. Proteinaufnahme, der N-Ausscheidung und der zu erwartenden Spurengasbildung bei der Lagerung und -ausbringung der Exkremente. Eine Schätzung der aus der N-Ausscheidung resultierenden Spurengasbildung (z. B. Ammoniak, Lachgas) bereitet aber Schwierigkeiten, da der Stickstoff in verschiedenen Verbindungen ausgeschieden wird (z. B. Proteine, Aminosäuren, Harnstoff, Harnsäure), deren Abbau bis zum Ammoniak mit unterschiedlicher Gewindigkeit erfolgt und stark von den Lagerungs- und Ausbringungsbedingungen abhängt. Bei einem hohen N-Anteil im Harn (Harnstoff bei Wiederkäuern und Schwein) ist die höchste Ammoniakbildung zu erwarten; der Stickstoff im Kot ist überwiegend proteingebunden und die Ammoniakbildung erfolgt langsamer. Die bedarfsgerechte Stickstoff- bzw. Aminosäurenversorgung über das Futter stellt die wesentlichste Maßnahme dar, die N-Ausscheidungen im Harn gering zu halten. Dabei muss zwischen Wiederkäuern (z. B. Rinder, Schafe) und Nicht-Wiederkäuern (z. B. Schweine, Geflügel) differenziert werden.

## Wiederkäuer

Im Vormagensystem (vor allem im Pansen), im Dünndarm und in der Leber der Wiederkäuer werden wesentliche Weichen für die effiziente N-Nutzung gestellt. Dabei kommt vor allem folgenden Faktoren erhebliche Bedeutung zu (s. Abb. 2):

- 1) Protein- bzw. N-Gehalt der Futtermittler (Überschüsse vermeiden!) (① Abb. 2).
- 2) Mikrobieller Proteinabbau im Pansen (verschiedene futtermittelspezifische

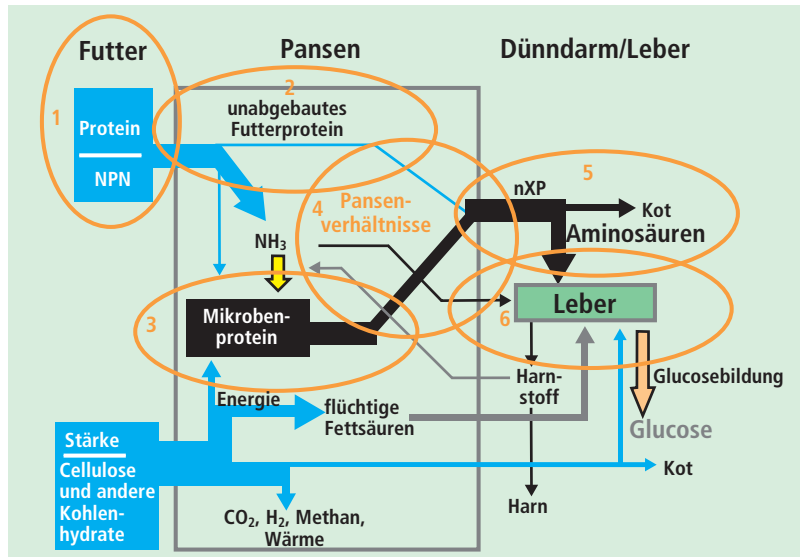


Abb. 2: Wesentliche „Stellschrauben“ für einen effizienteren Stickstoffumsatz beim Wiederkäuer

und physiologische Einflussfaktoren) (② Abb. 2).

- 3) Mikrobielle Proteinbildung (③ Abb. 2); abhängig vor allem von der Energiebereitstellung, aber auch den physiologischen Bedingungen im Pansen (z. B. pH-Wert, Bereitstellung von  $\text{NH}_3$ , Schwefel und weiteren Mikrobennährstoffen) (④ Abb. 2).
- 4) Umfang der Proteinanflutung (nutzbares Protein aus nicht abgebautem Protein und Mikrobenprotein) und Absorption von Aminosäuren im Darm (⑤ Abb. 2).
- 5) Effektive Nutzung der Aminosäuren in der Leber und anderen Geweben für die Milch- und Körperproteinsynthese (⑥ Abb. 2).

In den zurückliegenden Jahren wurden hier erhebliche Erkenntnisfortschritte erzielt. Ziel ist eine effiziente N-Nutzung im Pansen und Stoffwechsel der Wiederkäuer, was zu einer minimalen N-Ausscheidung im Kot und vor allem im Harn der Tiere führt. Auch das Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) hat beachtliche Beiträge zur Quantifizierung verschiedener Umsetzungen geleistet.

## Nichtwiederkäuer

Um bei Nichtwiederkäuern die N-Ausscheidungen zu senken, ist vor allem eine

„punktgenaue“ Aminosäurenversorgung von Bedeutung. Dabei sind Parameter wie Tierart, Nutzungsrichtung, Leistungshöhe und Alter (z. B. bedarfsgerechte Phasenfütterung) zu beachten.

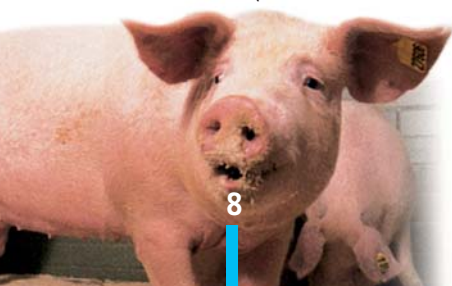
Als Basis wird meist der Bedarf an der Aminosäure Lysin genommen. Weitere wichtige Aminosäuren wie Methionin, Threonin und Tryptophan werden in Relation zum Lysin betrachtet. Ein Mangel an einer dieser Aminosäuren führt auch beim Überschuss an anderen Aminosäuren zu Minderleistungen und erhöhter N-Ausscheidung.

Durch Aminosäurezusatz kann der Anteil pflanzlicher und tierischer Proteinträger in der Futtermittleration von Schweinen und Geflügel vermindert und die N-Ausscheidung um 30% und mehr reduziert werden.

In Tabelle 2 sind einige Potenziale zur Senkung der N-Ausscheidungen bei Wiederkäuern und Nichtwiederkäuern zusammengestellt.

## Methan

Das Spurengas Methan ( $\text{CH}_4$ ) entsteht als unvermeidbares Nebenprodukt des mikrobiellen Kohlenhydratabbaus im Pansen der Wiederkäuer aus Kohlendioxid und Wasserstoff durch methanogene Bakterien. Bei faserreicher Ernährung wird Methan auch im Dickdarm der Nichtwie-



**Tab. 1: Stickstoff- und Methanausscheidung in Abhängigkeit von der Leistung von Milchkühen**

Milchleistung kg/Kuh und Jahr	N-Ausscheidung			Methan-Ausscheidung	
	kg N/Kuh und Jahr	% der N- Aufnahme	g/kg Milch	kg CH <sub>4</sub> /Kuh und Jahr	g/kg Milch
4.000	70	75	18	110	28
6.000	80	70	14	121	20
8.000	93	68,5	12	129	16
10.000	108	67	11	136	13,5
12.000	125	66	10,5	142	12

derkäufer, vor allem bei Sauen (5–10 g pro Sau und Tag) gebildet.

Je nachdem, wie die Futtermittelgestaltung wird, kann die Methanausscheidung bei Wiederkäuern zwischen 2 (kraftfutterreiche Fütterung) und 15 % (grundfutter- bzw. faserreiche Fütterung) der aufgenommenen Bruttoenergie variieren. Im Mittel werden zwischen 5 und 8 % der aufgenommenen Bruttoenergie als Methan abgegeben. Bei Kleinwiederkäuern (Ziegen/Schafe) liegen die Werte bei 20–40 g, bei Mastriestern (400 kg Lebendmasse) bei 120–200 g und bei Milchkühen (30 kg Milch/Tag) bei 300–500 g Methan je Tier und Tag (s. Abb. 1 sowie Tab. 1). Die Methanbildung im Pansen kann durch verschiedene Fütterungsmaßnahmen reduziert werden, wie zum Beispiel

- Zellwandärmere Rationsgestaltung, da bei der Essigsäurebildung (Essigsäure wird vor allem aus Zellulose gebildet) im Pansen mehr Methan anfällt als bei der Propionsäurebildung (fällt vor allem beim Abbau von Nichtstrukturkohlenhydraten wie Stärke an).
- Fetteinsatz in Wiederkäuerrationen; dadurch werden methanogene Mikroorganismen unterdrückt.
- Grundfutterpelletierung.
- Verwendung von Futterzusatzstoffen (Verschiebung des Verhältnisses von Essig- zu Propionsäure, Hemmung methanogener Mikroorganismen), der Einsatz verschiedener Zusatzstoffe ist in der EU nicht erlaubt (z. B. Ionophore).

Andererseits dürfen die durch die Fütterung erzielbaren Effekte nicht überbewertet werden, da bei zu massiven Eingriffen in die über Jahrmillionen optimierten mikrobiellen Gemeinschaften unerwünschte Nebenwirkungen nicht auszuschließen sind. So können der Ersatz von

Grundfutter durch Kraftfutter (zellwandärmere Fütterung) bzw. die Grundfutterpelletierung nachteilige Auswirkungen auf die Prozesse in Pansen und die Tiergesundheit haben. Außerdem ist mit einem höheren CO<sub>2</sub>-Anfall zu rechnen. Ebenso ist der Einsatz größerer Fettmengen oder bestimmter Zusatzstoffe nicht unproblematisch. Neben der Methanbildung im Pansen kann bei der anaeroben Güllelagerung auch außerhalb vom Tier Methan anfallen, was durch entsprechende Lagerungsbedingungen zu minimieren ist.

Selbst eine um 25 % verminderte Methan-Ausscheidung durch Wiederkäuer würde die weltweite Methan-Emission etwa um 4 % und den Anteil des Methans am ansteigenden Treibhauseffekt um nur rund 0,5 % reduzieren.

## Schlussfolgerungen

Eine Reduzierung umwelt- und klimarelevanter Spurengase je Einheit erzeugtes Tierprodukt ist vor allem durch eine effektive Umwandlung der Futterinhaltsstoffe in Lebensmittel tierischer Herkunft möglich. Niedrige Ausscheidungen je Ein-

heit erzeugtes Tierprodukt können durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Hohe Leistungen je Nutztier,
- Reduzierung der Tierbestände als Konsequenz höherer Leistungen,
- Optimale Rationsgestaltung (Vermeidung von Überschüssen und Mangel-situationen),
- Rationsergänzung mit essentiellen (z. B. Aminosäuren) und nicht-essentiellen Zusatzstoffen (z. B. Enzyme, Probiotika).

Bei Wiederkäuern sind die Potenziale zur Reduzierung der Methanausscheidung – abgesehen von der Erhöhung der Tierleistung – relativ gering, wenn sie ihrer Art entsprechend ernährt werden sollen.

Neben den direkt die Tierernährung betreffenden Aspekten gilt es auch, den Ressourceneinsatz (z. B. fossile Energieträger) bei den Prozessen, die der Fütterung vorgelagert sind (z. B. Futterbau, Futteraufbereitung), zu minimieren, da auch dabei indirekte Umwelt- und/oder Klimaeffekte (z. B. CO<sub>2</sub>-Emission) auftreten können. Die Lagerung und Ausbringung der Exkremente birgt ebenfalls noch Potenziale, die umwelt- und klimarelevanten Spurengasemissionen zu reduzieren.



Prof. Dr. Gerhard Flachowsky, Dr. Peter Lebzien,  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.  
E-Mail: [gerhard.flachowsky@fal.de](mailto:gerhard.flachowsky@fal.de)

**Tab. 2: Potenziale verschiedener Maßnahmen zur Senkung der N-Ausscheidungen**

Maßnahme	Wiederkäuer	Nicht-wiederkäuer
Bedarfsgerechte N-, Protein- bzw. Aminosäureversorgung	↑	↑
Phasenfütterung	–	↑
Zusatz von Aminosäuren	~ (↗) (pansenstabile AS)	↑
Optimierung der Umsetzungen im Pansen	↗	–

↑ = hohes Potenzial; ↗ = gewisse Senkung möglich;  
~ = kein Einfluss zu erwarten