

Reduzierung der N-Verluste im Betrieb

Autoren:

Katja Bonkoß, Susanne Höcherl, Karin Pöhlmann, Dr. Fabian Lichti
Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

Beitrag im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt, Ausgabe 31/2020, S. 49-51

Stickstoffverluste im Betrieb beeinflussen nicht nur die Umwelt sondern vermindern auch den Düngewert des hofeigenen Wirtschaftsdüngers. Betriebsindividuelle Maßnahmen im Stall, während der Lagerung oder bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern können dabei helfen, die strengen Vorgaben der Düngeverordnung einzuhalten und Erträge möglichst zu stabilisieren.

Die deutsche Landwirtschaft steht derzeit vor enormen Herausforderungen. Neben den Vorgaben der Düngeverordnung kommen gerade im Bereich der Emissionen die Reduktionsverpflichtungen im Rahmen der neuen NEC-Richtlinie hinzu. Demnach ist Deutschland dazu verpflichtet, die Ammoniakemissionen bis zum Jahr 2030 um 29 % gegenüber dem Jahr 2005 zu reduzieren. Ein Großteil der Ammoniakemissionen ist auf die Landwirtschaft zurückzuführen. Mit der Umsetzung der novellierten Düngeverordnung kann bereits ein Teil der Ammoniakemissionen gemindert werden, jedoch bedarf es weiterer Maßnahmen, um den ambitionierten Zielwert der neuen NEC-Richtlinie zu erreichen. Zusätzlich kann es auch aus einzelbetrieblicher Sicht notwendig sein, N-Verluste zu reduzieren, um den hohen Anforderungen aus Stoffstrombilanz und Düngeverordnung gerecht werden zu können. Denn wenn Ammoniakemissionen im Stall, bei der Lagerung oder während der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern verringert werden, bleibt mehr Stickstoff, der den Kulturen anschließend zur Verfügung steht.

Eine Möglichkeit ist es, bereits im Stall Stickstoffverluste zu mindern.

Für „gute Luft“ im Stall sorgen

Gemäß Düngeverordnung (DüV, Stand 28. April 2020) können in der Rinderhaltung für Gülle 15 Prozent Stall- und Lagerungsverluste angerechnet werden. Davon dürften fast 80 Prozent dem Stall und um die 20 Prozent der Lagerung anzurechnen sein (Thünen-Institut (2020), „Thünenreport 77“). Unter Annahme einer jährlichen N-Ausscheidung pro Milchkuh von 115 kg N (DüV Anlage 1 und 2; Milchleistung 8000 kg pro Jahr; Ackerfutterbetrieb ohne Weidebetrieb) wären demnach 17,3 kg N an Stall- und Lagerungsverlusten zu veranschlagen, wovon auf den Stall allein etwa 13,8 kg entfallen. In Abbildung 1 wird dieses Berechnungsbeispiel für die jährlich zu erwartenden N-Verluste pro Tier dargestellt.

Um den Stallanteil zu senken, gibt es – neben einer optimal an den Rohproteinbedarf des Tieres angepassten Futterration – weitere Möglichkeiten sowohl bei der Klimaführung im Stall als auch bei der Ausgestaltung und Entmistung der Laufflächen. Bei optimalem Lüftungskonzept (bspw. mittels sensorgesteuerter Curtains, großem Luftraum im Stall, geöffneter Bauweise) können überhöhte Temperaturen und zu hohe Luftgeschwindigkeiten über den Laufflächen vermieden werden. Dadurch werden einerseits Tiergesundheit und -leistung gefördert und andererseits dafür gesorgt, dass möglichst wenig Ammoniak aus Kot und Harn in die Luft abgegeben wird.

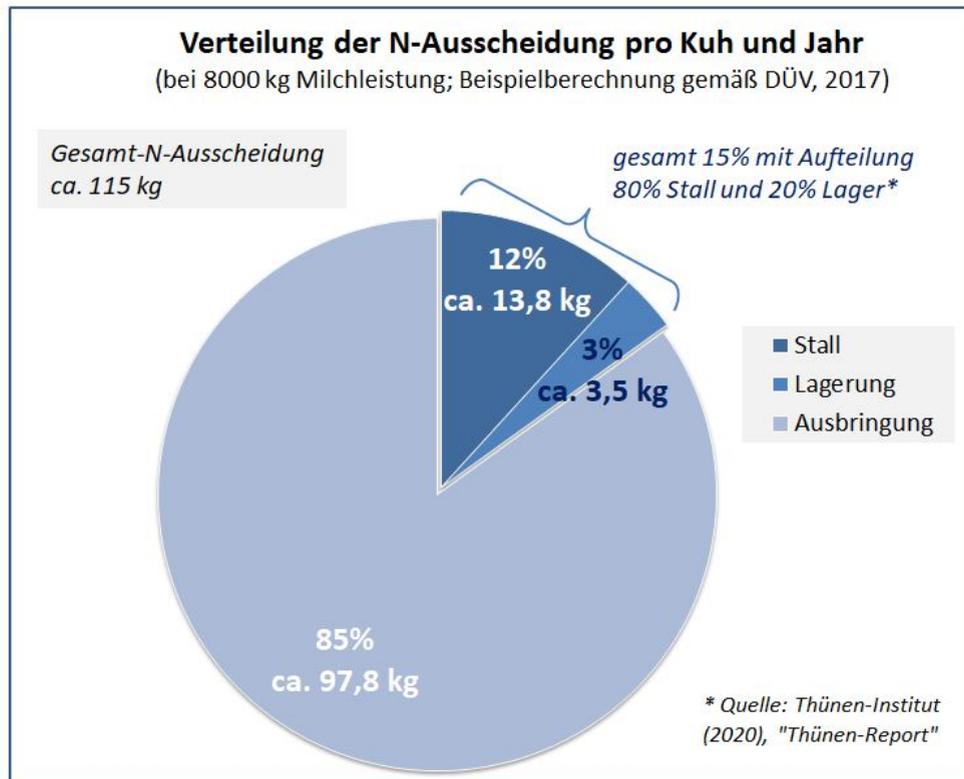


Abbildung 1 Verteilung der N-Verluste im Stall (Quellen: DÜV, 2017; Thünen-Institut, 2020; LfL)

Verschiedene Untersuchungen haben u.a. gezeigt, dass Temperaturen von unter 10°C die Ammoniakfreisetzung noch vergleichsweise wenig fördern. Steigen die Temperaturen darüber hinaus an, nehmen die gasförmigen Ammoniakverluste hingegen rasch zu. Dem lässt sich zwar durch höhere Luftwechselraten entgegenwirken, bei zu hohen Luftgeschwindigkeiten direkt über den Laufflächen begünstigt dies jedoch die Ammoniakverluste. Hier ist also Fingerspitzengefühl gefragt, um Hitzestress zu vermeiden und gleichzeitig Ammoniakverluste gering zu halten.

Dies gilt auch für den Einsatz von Hochdruckvernebelungsanlagen zur Temperatursenkung und Vermeidung von Hitzestress, der nur bei hohen Luftwechselraten empfohlen werden kann. Bei ungünstiger Geräteposition bzw. -einstellung und zu geringem Luftaustausch können sie die Luftfeuchte im Stall hingegen erhöhen und dadurch den Hitzestress der Tiere verstärken anstatt ihn abzumildern. Schlägt sich zudem viel Feuchte am Boden nieder, befördert dies die Freisetzung von Ammoniak aus Kot und Harn. Wichtig ist vor allem, möglichst wenig Ammoniak in die Gasphase übergehen zu lassen, sodass die Stalllüftung ihren Zweck erfüllen und für den ausreichenden Abtransport von Schadgasen wie u.a. Ammoniak sorgen kann.

Welcher Anteil dieser Ammoniakverluste sich allein durch ein optimales Stallklima vermeiden lässt, ist zwar schwer zu beziffern, gegenwärtig wird aber von einem Minderungspotential von 15 bis 30 Prozent ausgegangen. Im vorgestellten Berechnungsbeispiel würden demnach bei Stallverlusten von 13,8 kg N je Milchkuh (8000 kg Milch, 0,9 Kälber pro Jahr) etwa 2,1 bis 4,1 kg weniger pro Jahr verlorengehen. Tabelle 1 zeigt anhand der Beispieldaten auf, wieviel durch verschiedene Maßnahmen wohl eingespart werden könnte.

Tabelle 1: Minderungspotential verschiedener Maßnahmen im Stall (Berechnungsbeispiel)
 Quellen: KTBL, 2019; LfL)

N-mindernde Maßnahme im Stall	Minderungs- potential in %	N-Minderung in kg
Stallklimaaoptimierung (Temperatur, Luftwechsel)	15 - 30	2,1 - 4,1
Stallklimaaoptimierung und effektive Reinigung	50 - 70	6,9 - 9,7
Emissionsmindernde Spaltenböden mit Klappeinsätzen	40 - 60	5,5 - 8,3
Einsatz eines Ureaseinhibitors	40 - 50	5,5 - 6,9
Weidehaltung (min. 6 Std. täglich; 180 Tage pro Jahr)	bis 15	bis 2,1

In sauberen Flächen steckt viel Potential

Viel zusätzliches N-Minderungspotential steckt in einer regelmäßigen effektiven Reinigung und dem Sauberhalten der Laufflächen. Bisher konnte nicht festgestellt werden, ob planbefestigte Laufflächen oder Spaltenböden grundsätzlich besser geeignet sind, um Ammoniakverluste zu vermeiden. Das liegt daran, dass hier gegensätzliche Wirkungen aufeinander treffen: Einerseits kann zwar der Harn durch Spalten rasch abfließen und der Boden abtrocknen, was die Ammoniakfreisetzung bremst, andererseits kann das Gas aber über Luftströmungen wieder aus dem Güllekanal in die Luft gelangen. Vor diesem Hintergrund ist es empfehlenswert, eine Unterflurlagerung der Gülle bei Spaltenböden zu vermeiden.

Unabhängig von der Laufflächengestaltung leisten regelmäßiges Abschieben mit einem Gummischieber oder Reinigungsroboter und rasches Ableiten des Harns bzw. Trennen von Kot und Harn (bspw. durch Quergefälle oder Abflussrinnen) einen erheblichen Minderungsbeitrag. Eine gute Reinigungsleistung des Schiebers ist hierfür Voraussetzung, was nur bei ausreichendem Bodenkontakt durch gut aufeinander abgestimmte Schieberausführung und Bodenoberfläche gelingen kann. Dies lässt sich häufig schon durch sorgfältig ausgeführte Bodenflächen ohne Absenkungen und rechtzeitigen Austausch abgenutzter Schieberlippen bewerkstelligen. Insbesondere bei Laufflächen mit Gefälle und Harnsammelrinnen kann der Harn rasch abfließen, so dass die Abtrocknung der Oberfläche beschleunigt wird. Zusätzlich können erhöhte Fressstände in Laufställen dazu beitragen, die verschmutzte Bodenfläche zu verkleinern, aus der Ammoniakgas entweichen kann.



Abbildung 2: Bleiben nach dem Abschieben stark verschmierte Laufflächen (rechts), steigen die Ammoniakemissionen (Quelle: LfL; ILT 2)

In Untersuchungen an der LfL setzten Laufflächen mit nur geringfügig verschmutzter und weitgehend trockener Oberfläche bei 16 bis 22°C um 50 bis 60 Prozent weniger Ammoniak frei als stark verschmutzte und feuchte Flächen. Reinigte der Schieber nicht gut und hinterließ eine großflächig verschmutzte, feuchte Oberfläche, wurde bei Temperaturen von über 30 C drei bis viermal so viel Ammoniak in der Luft gemessen wie bei sauberem, abgetrocknetem Boden. Allein durch gute Reinigung und rasches Abtrocknen der Laufflächen bei optimalem Stallklima ließen sich wohl 50 bis 70 Prozent der N-Verluste im Stall vermeiden (s. Tabelle 1). Dies würde im Berechnungsbeispiel eine Reduzierung um 6,9 bis 9,7 kg pro Tier im Jahr bedeuten.

Höhere N-Verluste durch Laufhöfe?

Bisher wurde davon ausgegangen, dass die Ammoniakverluste einer Stallanlage durch einen Laufhof im Freien deutlich ansteigen. LfL-eigene Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass dies nicht unbedingt der Fall sein muss, sofern einige Aspekte beachtet werden. Zunächst gibt zwar das Platzangebot pro Tier (Stall und Laufhof) die Größe der Fläche vor, von der aus Ammoniak in die Luft entweichen kann. Wieviel davon aber tatsächlich freigesetzt wird, hängt maßgeblich von Temperatur, Windgeschwindigkeit, Verschmutzung und Feuchte des Bodens ab. Und hier lässt sich in der Praxis der Hebel ansetzen. Empfehlenswert ist es, den Laufhof beim Bau so zu planen, dass er insbesondere im Fressbereich mit hohem Schmutzanfall ganzjährig beschattet ist (weit vorgezogenes Vordach mit ausreichender Traufhöhe). Dies verringert nicht nur die N-Verluste, sondern trägt dazu bei, dass der Außenbereich auch in der warmen Jahreszeit tagsüber von den Kühen genutzt wird. Außerdem ist es sinnvoll, den Laufhofbereich je nach Verschmutzungsgrad zwei- bzw. mehrmals sorgfältig zu reinigen, damit möglichst keine feuchten, schmutzverschmierten Oberflächen länger verbleiben.

Sind die Tiere mehrere Stunden am Tag auf der Weide, bietet es sich an, Stall- und Laufhofböden möglichst bald nach dem Weideaustrieb abzuschieben. So lässt sich verhindern, dass währenddessen großflächige Verschmutzungen die Ammoniakemissionen in die Höhe treiben. Wenn die Tiere von der Weide aus nicht auf den Laufhof gelangen können, können eine Wiederverschmutzung und damit N-Verluste in dieser Zeit verringert werden. Eine halbjährliche Weidenutzung für mehrere Stunden täglich kann einen weiteren Beitrag leisten. Bis jetzt wurde von einer Minderung um bis zu 15 Prozent durch regelmäßigen Weidegang ausgegangen, was derzeit in mehreren Untersuchungen überprüft wird.

Bei eigenen Messungen wurden pro m² Laufhöffläche (mit Spalten und planbefestigt) und Tag zwischen 3 und 10 g Ammoniak in die Luft abgegeben. Stehen pro Tier rund 1,5 m² Laufhöffläche zur Verfügung, würden auf diesem Weg etwa 1,6 bis 5,5 kg N pro Tier und Jahr verloren gehen. Nimmt man einen Ausgangswert von 8 g pro m² Laufhöffläche und Tag („Orientierungswert“ VDI 3894; Blatt 1) an, würde dies zunächst rund 4,4 kg pro Jahr und Tier bedeuten. Könnte bspw. die Hälfte dieser jährlichen N-Verluste durch die beschriebenen Maßnahmen vermieden werden, würden folglich rund 2,2 kg weniger N pro Tier und Jahr in Form von Ammoniak in die Luft abgegeben. Dies stellt in etwa die Menge dar, die sich im Stall bei optimalem Stallklima (s. Tabelle 1) gut erreichen lässt.

In Bezug auf den beispielhaften Stickstoffanfall von 115 kg N pro Milchkuh mag dies wenig erscheinen. In Kombination mit weiteren Maßnahmen (siehe Tabelle 1) ergeben sich jedoch durchaus relevante Emissionsminderungspotentiale, die vor dem Hintergrund der ambitionierten Reduktionsziele wohl auch nötig sind.

Weitere Maßnahmen mit Zukunft?

Seit einigen Jahren werden auch Spaltenböden mit speziellen Rinnen, meist kammartigen Entmistungsschiebern und Klappeinsätzen zwischen den Spalten erprobt. Diese sollen neben einer raschen Kot-/Harttrennung eine Abdichtung gegenüber dem darunter liegenden Güllekanal bewirken. In einzelnen Untersuchungen in den Niederlanden wird eine Minderungsspanne von 40 bis 60 Prozent angegeben. Weitere Forschungsarbeiten zu diesem Thema – auch in Deutschland – laufen noch, so dass das Minderungspotential gegenwärtig noch nicht zuverlässig abgeschätzt werden kann. Von Nachteil sind die verhältnismäßig hohen Anschaffungskosten der Bodenelemente, wobei eine Nachrüstung im laufenden Betrieb grundsätzlich möglich ist. Dabei müssen jedoch Beeinträchtigungen des Betriebsablaufs in Kauf genommen werden.

Des Weiteren steht seit längerem der Einsatz eines Ureaseinhibitors im Stall zur Diskussion, mit dem sich 40 bis 50 Prozent der Ammoniakverluste vermeiden lassen sollen. Ob sich dies in der Praxis bestätigt, sollen auch hier weitere Studien – derzeit in Deutschland und in den Niederlanden - zeigen. Bis jetzt ist der Ureasezusatz jedoch nicht als emissionsmindernde Maßnahme zugelassen, da die hierfür notwendige Gefährdungsabschätzung noch nicht vorliegt.

Neben Ureaseinhibitoren kann dem flüssigen Wirtschaftsdünger auch Schwefelsäure zur Minderung von Ammoniakemissionen zugesetzt werden. Dieses Verfahren, auch unter dem Begriff „Ansäuerung“ bekannt, wird seit über 15 Jahren in Dänemark praktiziert. Durch eine Zugabe von Schwefelsäure wird der pH-Wert des Wirtschaftsdüngers gesenkt, wodurch sich das Gleichgewicht zwischen Ammonium und Ammoniak in Richtung Ammonium verschiebt. Folglich werden die Stickstoffverluste in Form von Ammoniak vermindert. Da Schwefelsäure in konzentrierter Form verwendet wird, müssen Sicherheitsmaßnahmen, wie beispielsweise Notfallduschen, ergriffen werden. In Dänemark werden deshalb die Wartung der Anlage und der Transport der Säure von Firmen mit geschultem Personal übernommen, sodass der Landwirt nicht mit der Säure in Kontakt kommt. Um Schaumbildung und die Entstehung schädlicher Gase im Stall zu vermeiden, erfolgt die Säurezugabe in Rinderställen in einem sogenannten Pumpensumpf, der an den Stall angrenzt. Die Gülle wird über ein Slalomsystem in den Pumpensumpf geleitet. Dort erfolgt die Säurezugabe unter ständigem Rühren bis zu einem pH-Wert von 5,5. Anschließend wird die Gülle zurück in den Stall gepumpt. Laut Literatur können mit diesem Verfahren die Stickstoffverluste um 50 % reduziert werden. Dies wären nach dem oben genannten Berechnungsbeispiel etwa 6,9 kg N pro Tier und Jahr.

Hohes Potential der Ansäuerung im Schweinestall

Während für Rinderställe nur Literaturwerte vorliegen, wurde das Ammoniakminderungspotential in Mastschweineställen bereits durch VERA bestätigt. VERA ist eine multinationale Kooperation zwischen Deutschland, Dänemark und den Niederlanden, die Umwelttechnologien in der Landwirtschaft prüft. Demnach können mithilfe der Ansäuerung im Mastschweinestall die Ammoniakemissionen um 64 % gemindert werden. Durch diese Technologie können die Stickstoffverluste kontinuierlich im Stall sowie auf den nachgelagerten Stufen (Lagerung und Ausbringung) vermindert werden. Sie birgt gerade für Schweinehalter ein großes Potential, um Stickstoffverluste von Beginn an zu minimieren. Trotz des großen Minderungspotentials ist die Ansäuerung im Stall oder Güllelager in Deutschland nach der AwSV, der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, derzeit nicht gestattet. So erlaubt das JGS-Anlagenprivileg derzeit keine Beimengungen zum flüssigen Wirtschaftsdünger, sodass möglicherweise bei einer Zugabe von Schwefelsäure der JGS-Status erlischt. Ein neuer Referentenentwurf nimmt nun die Gülleansäuerung mittels einer technisch reinen Säure auf, weshalb in Zukunft diese Minderungstechnologie vielleicht auch in Deutschland Anwendung finden könnte. Wie viele Umweltmaßnahmen ist auch die Ansäuerung mit hohen Investitionskosten verbunden, was wiederum gerade für kleine und mittlere Betriebe zu einer finanziellen Belastung führt.

Abluftreinigungsanlagen müssen gut überlegt sein

Für zwangsgelüftete Ställe kann es im Einzelfall sinnvoll sein, die entstehenden Ammoniakemissionen, und damit auch N-Verluste aus dem Stall, durch Verwendung einer Abluftreinigungsanlage zu reduzieren. Für die Schweinehaltung gibt es auf dem Markt einige Systeme, die durch die DLG zertifiziert wurden. Eine Übersicht über zertifizierte Anlagen stellt die DLG in ihrer Datenbank zur Verfügung: <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/suche-nach-pruefberichten/#!/1> (Eingabe der Suchparameter: Innenwirtschaft – Abluftreinigungssysteme). DLG-zertifizierte Anlagen müssen im Rahmen des Zertifizierungsprozesses u.a. einen Ammoniakemissionsminderungsgrad von dauerhaft mindestens 80 % nachweisen. Aufgrund der hohen Anschaffungs- und Betriebskosten kann sich der Einsatz einer Abluftreinigungsanlage finanziell dann lohnen, wenn es z.B. um die Sicherung eines bereits erschlossenen Standortes geht, in dessen Umgebung stickstoffempfindliche Ökosysteme zu schützen sind. Aufgrund des benötigten Betreiberaufwandes und der verhältnismäßig hohen Kosten ist die Entscheidung für oder gegen den Einbau einer Abluftreinigungsanlage jedoch sorgfältig abzuwägen, und zwar bereits bei der Stallplanung. Nachrüstlösungen stehen bislang nicht zur Verfügung. Sofern das Washwasser aus der Abluftreinigung den Vorgaben der DüMV entspricht, ist zu beachten, dass der aus der Abluft entnommene Stickstoff, je nach Reinigungssystem, im Washwasser gebunden und damit ggf. auch bei der Ausbringung mit der hofeigenen Gülle mit bilanziert werden muss.

Fazit

Bis zur Hälfte der Stickstoffverluste im Stall in Form von Ammoniak lassen sich bereits durch Maßnahmen, die keine oder nur geringe Zusatzinvestitionen erfordern, vermeiden. Dazu gehören allen voran das Einhalten niedriger bzw. angenehmer Temperaturen, die Vermeidung von Zugluft (auch bei höheren Luftwechselraten) und möglichst saubere und trockene Laufflächen. Darüber hinaus gibt es weitere erfolgversprechende Minderungsansätze, bei denen aber teilweise noch offene Fragen (bspw. zu Wirksamkeit, Umsetzbarkeit oder Wirtschaftlichkeit) zu klären sind.